

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Infratekniikka

2011

Maiju Hannuksela

# HAJA-ASUTUSALUEIDEN PIENPUHDISTAMOIDEN PUHDISTUSTEHOKKUUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu

Tekniikka, ympäristö ja talous

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

Maiju Hannuksela

Opinnäytetyö

HAJA-ASUTUSALUEIDEN PIENPUHDISTAMOIDEN  
PUHDISTUSTEHOKKUUS

Hyväksytty

Turussa \_\_\_\_/\_\_\_\_ 2011

Valvoja

---

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

---

Tekn. lis. Raimo Vierimaa

Maiju Hannuksela

## HAJA-ASUTUSALUEIDEN PIENPUHDISTAMOIDEN PUHDISTUSTEHOKKUUS

Haja-asutusalueiden asukkaiden jätevesikuormitus on suurempaa kuin yleiseen viemäriverkkoon kuuluvien asukkaiden. Kuormitus kohdistuu erityisesti lähiympäristöön heikentäen sen hygieenistä tilaa ja lähivesistöjen laatua. Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (542/2003) tuli voimaan 1.1.2004. Asetuksessa määrätään puhdistusvaatimukset kiinteistökohtaisille jätevesijärjestelmille orgaanisen aineen, fosforin ja typen osalta. Asetuksen toimeenpano ei kuitenkaan edennyt ongelmitta, sillä alan toimijoiden mukaan vain noin 10–15 % kiinteistöistä on tehostanut jätevesien käsittelyä vaaditulla tavalla vuoteen 2011 mennessä. Toimeenpanon vauhdittamiseksi asetusta muutettiin maaliskuussa 2011, jolloin myös puhdistusvaatimustasoa laskettiin aiemmasta asetuksen normaalitasosta.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää neljän erilaisen pienpuhdistamon toimintaa ja puhdistustehoa niiden oikeissa käyttöolosuhteissa. Puhdistustehoa arvioitiin kuuden viikon mittaisten seurantajaksojen perusteella, jolloin puhdistamosta otettiin 2–3 kertaa viikossa jätevesinäytteitä. Työssä käsitellään myös käsittelemättömän jäteveden mittausta sekä tutkitaan, onko jäteveden laadulla vaikutusta puhdistamolta lähtevään kuormitukseen. Tutkimus on osa Turun ammattikorkeakoulun Minimization of Wastewater Loads at Sparsely Populated Areas -hanketta, jota rahoittaa Central Baltic INTERREG IV A -rahoitusohjelma.

Puhdistamoita ei verrattu keskenään tai asetettu paremmuusjärjestykseen saatujen tulosten perusteella, sillä niiden toimintaan vaikuttavat aina käyttäjien erilaiset tottumukset. Puhdistustehoa arvioitiin uudistetun asetuksen (209/2011) puhdistusvaatimusten perusteella. Yksikään tutkimuksen kohteista ei toiminut koko jaksoa ilman jonkinasteista häiriötä, mutta toimiessaan puhdistamot ylsivät asetuksen vaatimuksiin. Säilyttääkseen hyvän puhdistustason, puhdistamot vaativat käyttäjän säännöllistä tarkkailua ja asiantuntevaa huoltoa.

### ASIASANAT:

haja-asutusalue, jäteveden käsittely, pienpuhdistamo, puhdistusteho

Maiju Hannuksela

## TREATMENT EFFICIENCY OF PACKAGE PLANTS IN SPARSELY POPULATED AREAS

The wastewater loads from sparsely populated areas are greater than the municipal wastewater loads. The influence of the load is seen especially in the immediate surroundings where it decreases the hygienic condition of the nature and the quality of nearby water systems. The Government Decree on Treating Domestic Wastewater in Areas Outside Sewer Networks (542/2003) entered into force on January 1st, 2004. The Decree laid down general requirements for organic matter, phosphorus and nitrogen. There have been problems with the implementation of the Decree and according to the experts only a small number of property owners have improved their treatment systems. To enhance the progress, the Decree was updated in March 2011 and the treatment requirements were reduced.

The objective of the thesis was to study four different package plants in situ. The treatment efficiency was evaluated during six-week periods taking samples 2–3 times a week. This thesis also concerns taking samples from untreated wastewater to see if the quality of the wastewater impacts on the quality of the treated wastewater. The study is part of the Minimization of Wastewater Loads at Sparsely Populated Areas project co-financed by the Central Baltic INTERREG IV A Programme.

The package plants were not compared with each other or put in any order based on the obtained treatment results because the treatment systems are strongly influenced by their users. The treatment efficiency was evaluated with regard to the requirements of the new Decree (209/2011). None of the study targets worked without some sort of functional trouble but when operational, the package plants reached the targets. To keep up good treatment quality the package plants have to be monitored regularly and subjected to competent maintenance.

### KEYWORDS:

package plants, sparsely populated areas, treatment efficiency, wastewater treatment

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>8</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>9</b>
<b>2 HAJA-ASUTUSALUEIDEN TALOUSJÄTEVESIEN KÄSITTELYLLE ASETETUT VAATIMUKSET</b>	<b>11</b>
2.1 Ympäristönsuojelulaki	11
2.2 Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla eli jätevesiasetus	12
2.3 Muu haja-asutusalueiden jätevedenkäsittelyä ohjaava lainsäädäntö	14
<b>3 HAJA-ASUTUSALUEIDEN JÄTEVEDET</b>	<b>16</b>
3.1 Haja-asutusalueiden talousjätevesien muodostuminen	16
3.2 Asuinkiinteistöillä syntyvien jätevesien laatu	16
3.3 Jätevesien aiheuttama ympäristökuormitus	18
3.4 Haja-asutuksen jätevesien käsittelyjärjestelmät	19
<b>4 PIENPUHDISTAMOT</b>	<b>22</b>
4.1 Yleistä	22
4.2 Esikäsittelyprosessit	22
4.3 Biologinen käsittely	23
4.4 Fosforin kemiallinen saostus	25
<b>5 HAJA-ASUTUSALUEIDEN PIENPUHDISTAMOIDEN TEHOKKUUDEN TUTKIMINEN</b>	<b>27</b>
5.1 Tehdyt tutkimukset	27
5.1.1 Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostaminen – AHA 21-projekti	28
5.1.2 Hajasampo- ja Ravinnesampo-hankkeet	28
5.1.3 Tillsyn på minireningsverk inklusive mätning av funktion	30
5.1.4 TM Rakennusmaailman pienpuhdistamoverailu	30
5.2 MINWA-projektin tutkimus	31
<b>6 TUTKIMUSKOHTEIDEN KUVAUS</b>	<b>33</b>
6.1 Raita Environment PA2 multi	33
6.2 Uponor 7	36
6.3 Biolan Trio	39
6.4 Talokaivo, Biosetti 5	41
<b>7 PUHDISTUSTEHO</b>	<b>44</b>
7.1 Puhdistustehon määrittäminen	44

7.2 Raita Environment Pa2 multi	45
7.3 Uponor 7	48
7.4 Biolan Trio	52
7.5 Talokaivo, Biosetti 5	55
7.6 Puhdistustulokset verrattuna muihin tutkimuksiin	58
7.7 Käsittelemättömän veden laatu	59
<b>8 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>61</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>64</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Laboratoriossa analysoitujen näytteiden tulokset.  
 Liite 2. Mittausperiaate, Raita Environment Pa2 multi, 1:50.  
 Liite 3. Mittausperiaate, Uponor 7, 1:50.  
 Liite 4. Mittausperiaate, Biolan Trio, 1:50.  
 Liite 5. Mittausperiaate, Talokaivo Biosetti 5, 1:50.

## KUVAT

Kuva 1. Keskellä PA2 multi -panospuhdistamo.	33
Kuva 2. Kohteen mittausperiaate.	35
Kuva 3. Uponor 7 -panospuhdistamo.	36
Kuva 4. Kohteen mittausperiaate.	38
Kuva 5. Biolan Trio -jatkuvatoiminen pienpuhdistamo.	39
Kuva 6. Kohteen mittausperiaate.	40
Kuva 7. Biosetti 5 –panospuhdistamo.	41
Kuva 8. Kohteen mittausperiaate.	43

## KUVIOT

Kuvio 1. Jätevesien muodostuminen kotitaloudessa.	17
Kuvio 2. Haja-asutusalueiden jäteveden käsittelyjärjestelmät.	20
Kuvio 3. Raita Environment Pa2 multi, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet biologisen hapenkulutuksen osalta.	47
Kuvio 4. Raita Environment Pa2 multi, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaisfosforin osalta.	47
Kuvio 5. Raita Environment Pa2 multi, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaistypen osalta.	47
Kuvio 6. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet biologisen hapenkulutuksen osalta.	51
Kuvio 7. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaisfosforin osalta.	51

Kuvio 8. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaisfosforin osalta.	51
Kuvio 9. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet biologisen hapenkulutuksen osalta.	54
Kuvio 10. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaisfosforin osalta.	54
Kuvio 11. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaistypen osalta.	54
Kuvio 12. Talokaivo, Biosetti 5, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet biologisen hapenkulutuksen osalta.	57
Kuvio 13. Talokaivo, Biosetti 5, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaisfosforin osalta.	57
Kuvio 14. Talokaivo, Biosetti 5, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaistypen osalta.	58

## TAULUKOT

Taulukko 1. Jätevesiasetuksen mukainen kuormituksen vähentämisvaatimus.	13
Taulukko 2. Puhdistamoille johdetun talousjäteveden määrä ja mittaustapa.	45
Taulukko 3. Raita Environment PA2multi, talouskohtainen jätevesikuormitus, ympäristökuormitus ja puhdistusteho.	46
Taulukko 4. Uponor 7, talouskohtainen jätevesikuormitus, ympäristökuormitus ja puhdistusteho.	49
Taulukko 5. Biolan Trio, talouskohtainen jätevesikuormitus, ympäristökuormitus ja puhdistusteho.	53
Taulukko 6. Talokaivo, Biosetti 5, talouskohtainen jätevesikuormitus, ympäristökuormitus ja puhdistusteho.	56
Taulukko 7. Yhteenveto puhdistamoille tulevasta veden laadusta ja vedenkulutuksesta.	60

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

Jätevesiasetus	Ympäristönsuojelulain nojalla annettu alun perin Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla 11.6.2003/542 ja uudistettuna 10.3.2011/209.
Kuormitusluku	Jätevesiasetuksessa määritelty puhdistamattoman jäteveden kuormitus orgaaniselle aineelle (50 g), kokonaisfosforille (2,2 g) ja kokonaistypelle (14 g) asukasta kohti vuorokaudessa.
MINWA	lyhenne sanoista Minimization of Wastewater Loads at Sparsely Populated Areas (Jätevesikuormitus minimiin haja-asutusalueella) Turun ammattikorkeakoulun kolmivuotinen Suomen ja Viron välinen hanke.
Puhdistustehovaatimus	Jätevesiasetuksen mukainen orgaanisen aineen (80 %), kokonaisfosforin (70 %) ja kokonaistypen (30 %) kuormituksen väheneminen verrattuna asetuksen kuormituslukuun.
VALONIA	Varsinais-Suomen kestävän kehityksen ja energia-asioiden palvelukeskus.
Ympäristökuormitus	Ympäristöön johdetun, puhdistetun jäteveden sisältämä orgaanisen aineen, kokonaisfosforin ja kokonaistypen kuormitus.



# 1 JOHDANTO

Suomessa haja-asutusalueella, kunnallisen viemäriverkoston ulkopuolella asuu noin miljoonaa ihmistä. Lisäksi saman verran ihmisiä viettää osan vuodesta loma-asunnoillaan. Haja-asutusalueiden asukkaiden jätevedet kuormittavat vesistöjämme enemmän kuin yleiseen viemäriverkkoon kuuluvien asukkaiden jätevedet. Haja-asutusalueilla syntyvien jätevesien kuormitus kohdistuu erityisesti asukkaiden lähiympäristöön heikentäen niiden hygieenistä tilaa ja lähivesistöjen laatua. Haja-asutuksen jätevedet ovatkin maatalouden ja teollisuuden jälkeen kolmanneksi suurin vesistöjen fosforikuormittaja. (Suomen ympäristökeskus 2010b.)

Haja-asutuksen jätevesistä johtuvan kuormituksen vähentämiseksi ja asukkaiden lähiympäristöjen suojelemiseksi on Suomessa annettu ympäristönsuojelulain nojalla valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla. Asetus määrää puhdistusvaatimukset kiinteistökohtaisille jätevesijärjestelmille, mutta ei sitä, millä keinoilla kuormituksen vähentäminen tulisi toteuttaa. Ennen jätevesiasetuksen voimaantuloa vuonna 2004, keskeiset jätevesien käsittelyvaatimukset olivat peräisin 1960-luvulta (Ympäristöministeriö 2011).

Asetuksen tavoitteiden toimeenpanemiseksi haja-asutusalueiden kiinteistöille on hankittava uusia järjestelmiä tai tehostettava vanhojen järjestelmien puhdistustehoa. Tämän markkinaraon ovat huomanneet myös pienpuhdistamoiden valmistajat, jotka ovat markkinoineet pienpuhdistamoita kuluttajille voimakkaasti. Samaan aikaan tarjolla on ollut varsin vähän luotettavaa tietoa puhdistamojen toiminnasta sekä niiden käyttövaatimuksista. Lisäksi on ollut epäselvyyttä ja vääriä käsityksiä siitä, millainen jätevedenkäsittelyjärjestelmä kiinteistön tarpeisiin tulisi ylipäättään valita.

Väärillä perusteilla hankitut puhdistamot sekä kysymykset niiden toimintavarmuudesta ovat nousseet julkisuuteen, mikä on synnyttänyt keskustelua asiasta monilla foorumeilla. Osaltaan näihin jätevesiasetuksen

mukana tuomiin kysymyksiin halutaan löytää vastauksia ja lisätietoa Turun ammattikorkeakoulun kolmivuotisella Minimization of Wastewater Loads at Sparsely Populated Areas -hankkeella, jota rahoittaa Central Baltic INTERREG IV A -rahoitusohjelma. Hankkeen tarkoituksena on vaihtaa tietoa ja osaamista jätevesien käsittelystä haja-asutusalueilla. Lisäksi halutaan järjestää neuvontaa, koulutusta ja mahdollisuuksia jakaa tietoa hyviksi todetuista käytännöistä.

Turun ammattikorkeakoulussa suoritettiin osana MINWA-hanketta neljän erilaisen pienpuhdistamon seuranta perinteisellä näytteenotolla sekä jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla käsittelemättömästä ja käsitellystä jätevedestä vuoden 2010 aikana. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää näiden kuuden viikon seurantajaksojen perusteella, miten pienpuhdistamot toimivat jaksojen aikana niiden oikeissa käyttöolosuhteissa. Lisäksi työssä käsitellään käsittelemättömän jäteveden mittaustekniikka ja siitä otettujen näytteiden hyödynnettävyyttä puhdistustehon arvioimisessa sekä tutkitaan, onko tulevan jäteveden kuormituksella vaikutusta puhdistamolta lähtevään kuormitukseen. Saatuja tuloksia verrataan työn yhteydessä esiteltyihin muihin pienpuhdistamoiden toiminnasta tehtyihin tutkimuksiin ja niiden johtopäätöksiin. Opinnäytetyön tilaajana toimi Turun ammattikorkeakoulu, jonka lisäksi työn tekemisen on mahdollistanut Maa- ja Vesitekniikan Tuki Ry.

Puhdistustehoa arvioitaessa ei ole tarkoitus verrata puhdistamoita keskenään tai asettaa niitä paremmuusjärjestykseen, sillä niiden toimintaan vaikuttavat aina käyttäjien puhdistamon- ja vedenkäyttötottumukset. Erilaisista käyttäjistä johtuen mahdollisia häiriötilanteita on useita, joten samanlainenkin puhdistamo voi toimia eri kohteisiin asennettuna hyvin eri tuloksin, jolloin puhdistamoiden vertailu on mahdotonta (Kujala-Räty ym. 2008, 105–106). Lisäksi eri valmistajien pienpuhdistamot ovat eri tavoin toteutettuja, vaikkakin puhdistustekniikat perustuvat samoihin käsittelyprosesseihin.

## **2 HAJA-ASUTUSALUEIDEN TALOUSJÄTEVESIEN KÄSITTELYLLE ASETETUT VAATIMUKSET**

### **2.1 Ympäristönsuojelulaki**

Ympäristönsuojelulaissa on monia haja-asutuksen jätevesien käsittelyyn liittyviä säädöksiä ja sen perusteella on myös annettu valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä haja-asutusalueilla. Lain periaatteena on ennaltaehkäistä haitalliset ympäristövaikutukset tai jos se ei ole mahdollista, rajoittaa vahingot mahdollisimman vähäisiksi. Haja-asutusalueiden jätevesien käsittelyn kannalta tämä tarkoittaa sitä, että jos kiinteistöä ei ole liitetty yleiseen viemäriin, jätevedet on johdettava ja käsiteltävä niin, ettei ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheudu. (Ympäristönsuojelulaki 1.3.2000/86, 4, 27b §.)

Ympäristönsuojelulakiin sisältyy pohjaveden pilaamiskielto, joka tarkoittaa, että pohjaveteen ei saa johtaa sen laatua huonontavia tai terveydelle vaarallisia aineita. Talousjätevedet on käsiteltävä ennen niiden johtamista maahan tai vesistöön. Maahan voidaan johtaa puhdistamatta muut kuin vesikäymälän jätevedet vain, jos niiden määrä on vähäinen, eikä niistä aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa. Jätevesien käsittelyssä on käytettävä parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Aiheuttamisperiaatteen mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttava vastaa vaikutuksien ennaltaehkäisystä tai rajoittamisesta. (Ympäristönsuojelulaki 1.3.2000/86, 4, 8, 27b §.)

Kiinteistöllä tulee olla jätevesien käsittelyjärjestelmä, joka soveltuu käyttökohteeseensa. Huomioon on otettava kiinteistön tuottama käsittelemättömän talousjäteveden kuormitus, muun jätevesijärjestelmän ominaisuudet sekä ympäristön pilaantumisen vaara ja ympäristöolosuhteet. Käsittelyjärjestelmä on suunniteltava, rakennettava ja ylläpidettävä niin, että sillä voidaan olettaa saavuttavan normaalikäytössä puhdistusvaatimukset, jotka säädetään jätevesiasetuksessa. (Ympäristönsuojelulaki 1.3.2000/86, 27c §.)

Jos kiinteistö sijaitsee ranta-alueella tai vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella, voidaan soveltaa asetuksen normaalia ankarampia puhdistusvaatimuksia. Kunnat voivat määrätä ankarammista tasoista omilla ympäristönsuojelumääräyksillään. Lisäksi määräyksillä voidaan esimerkiksi määritellä alueita, joilla jäteveden johtaminen maahan tai vesistöön on kokonaan kiellettyä ympäristön pilaantumisvaaran vuoksi. (Ympäristönsuojelulaki 1.3.2000/86, 19, 27c §.)

Käsittelyvaatimuksista on lain mukaan mahdollista poiketa, jos ympäristöön johtuva kuormitus on kiinteistön käyttö huomioiden vähäistä verrattuna käsittelemättömän talousveden kuormitukseen. Lisäksi vapauttamisen ehtona vaaditaan, että käsittelyjärjestelmän parantamisen kustannusten tulee olla korkeat tai teknisen toteutuksen liian vaativaa, jolloin vaatimukset kiinteistön omistajalle muodostuisivat kohtuuttomiksi. Poikkeus voidaan määrätä hakemuksesta enintään viiden vuoden ajaksi kerrallaan ja sen myöntää kunnan viranomainen. (Ympäristönsuojelulaki 1.3.2000/86, 27d §.)

Mikäli kiinteistöllä vakituisesti asuva haltija on 9.3.2011 mennessä täyttänyt 68 vuotta, asetuksen käsittelyvaatimuksia ei sovelleta olemassa olevaan käyttökuntoiseen jätevesijärjestelmään. Tämän edellytyksenä tietysti on, että kiinteistön talousjätevesistä ei aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa. (Ympäristönsuojelulaki 4.3.2011/196.)

## 2.2 Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla eli jätevesiasetus

Alkuperäinen valtioneuvoston jätevesiasetus tuli voimaan 1.1.2004. Asetus koski heti voimaan tullessaan kaikkia uusia kiinteistöjä sekä kiinteistöjä, joiden jätevesijärjestelmä uusittaisiin. Vanhoille järjestelmille annettiin siirtymäaikaa 10 vuotta eli vuoden 2014 alkuun asti, jolloin viimeistään kiinteistön jätevesijärjestelmän tuli täyttää asetuksen vähimmäisvaatimukset. (Jätevesiasetus 11.6.2003/542.)

Asetuksen toimeenpano ei kuitenkaan edennyt ongelmitta. Alan toimijoiden mukaan vain noin 10–15 % kiinteistöistä on tehostanut jätevesien käsittelyä asetuksen vaatimalla tavalla vuoteen 2011 mennessä. Toimeenpanoa ovat hidastaneet epätietoisuus tarvittavista käsittelyjärjestelmistä ja vesihuoltolaitosten toiminta-alueiden laajentamisesta, kustannusten avustusjärjestelmien puutteet, pienpuhdistamoiden korkea hinta sekä julkisuudessa olleet tutkimustulokset joidenkin pienpuhdistamojen teknisistä ongelmista. (Ympäristöministeriön muistio 9.3.2011.)

Hallitus antoi lokakuussa 2010 esityksen laista ympäristönsuojelulain muuttamiseksi. Laki hyväksyttiin ja sen perusteella ympäristönsuojelulakia muutettiin maaliskuussa 2011 niin, että kiinteistön ominaisuuksia ja kiinteistön haltijan elämäntilannetta voidaan ottaa enemmän huomioon vaatimuksia sovellettaessa. Lain perusteella vanha jätevesiasetus kumottiin ja uusi asetus astui voimaan 15.3.2011. Asetuksen puhdistusvaatimuksiksi otettiin alkuperäisen asetuksen lievempi vaatimustaso ja entiset vaatimukset säädettiin käytettäväksi ympäristönsuojelun kannalta herkemmillä alueilla. (Ympäristöministeriön muistio 9.3.2011.) Nykyiset puhdistusvaatimukset sekä asetuksen määrittelemät kuormitusluvut on esitetty taulukossa 1. Ankarampi vaatimustaso on merkitty sulkuihin. Ennen vuotta 2004 olemassa oleville järjestelmille annettiin jatkoaikaa näiden vaatimusten täyttämiseen vuoden 2016 maaliskuuhun asti (Jätevesiasetus 10.3.2011/209).

Taulukko 1. Jätevesiasetuksen mukainen kuormituksen vähentämisvaatimus.

	<b>Kuormitusluku</b> (g/hlö/vrk)	<b>Kuormituksen vähentämisvaatimus</b> (%)	<b>Ympäristökuormitus</b> (g/hlö/vrk)
<b>BOD7</b>	<b>50</b>	<b>80 (90)</b>	<b>10 (5)</b>
<b>Ptot</b>	<b>2,2</b>	<b>70 (85)</b>	<b>0,66 (0,33)</b>
<b>Ntot</b>	<b>14</b>	<b>30 (40)</b>	<b>9,8 (8,4)</b>

Jätevesijärjestelmästä on oltava kiinteistöllä selvitys, jonka perusteella voidaan arvioida jätevesistä ympäristöön aiheutuvaa kuormitusta. Selvitys tulee olla, vaikka jätevedet voitaisiin ympäristönsuojelulain nojalla johtaa puhdistamatta

maahan. Uutta järjestelmää rakennettaessa tai olemassa olevaa järjestelmää tehostettaessa siitä tehty suunnitelma on liitettävä tarvittavaan lupahakemukseen tai ilmoitukseen. Jätevesijärjestelmän selvityksen ja suunnitelman vähimmäisvaatimuksista on annettu tarkemmat ohjeet jätevesiasetuksen liitteessä. (Jätevesiasetus 10.3.2011/209, 5, 6 §.)

Jätevesijärjestelmästä tulee löytyä myös kiinteistöllä säilytettävät, ajantasaiset huolto- ja käyttöohjeet. Jätevesijärjestelmää on käytettävä ja huollettava laadittujen ohjeiden mukaan niin, että järjestelmä toimii suunnitellusti ja että jätevesien puhdistustasolle asetetut vaatimukset voidaan normaalissa käytössä saavuttaa. Käyttö- ja huolto-ohjeen sisällölle on asetettu vähimmäisvaatimukset jätevesiasetuksen liitteessä. (Jätevesiasetus 10.3.2011/209, 7 §.)

### 2.3 Muu haja-asutusalueiden jätevedenkäsittelyä ohjaava lainsäädäntö

#### **Kiinteistöjen ja kuntien vastuut**

Muusta lainsäädännöstä tärkeimpänä voidaan pitää vesihuoltolakia, joka asettaa kiinteistön omistajan tai haltijan vastuuseen oman kiinteistönsä vesihuollosta. Kiinteistön sijaitessa kunnan vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella tulee sen liittyä laitoksen vesijohtoon ja viemäriin. Kuntien tehtävänä taas on kehittää alueidensa vesihuoltoa yhdyskuntarakenteen kehityksen mukaisesti sekä laatia ja pitää ajan tasalla alueensa vesihuollon kehittämissuunnitelmat. Kunnan tulee käynnistää tarvittavat toimenpiteet vesihuoltolaitoksen perustamiseksi, toiminta-alueen laajentamiseksi tai muun vesihuollon palvelun turvaamiseksi, jos suuren asukasjoukon tarve, terveydelliset tai ympäristönsuojelulliset syyt sitä vaativat. (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119, 5, 6, 11 §.)

Kuntien vesihuollon kehittämissuunnitelman laatiminen on tärkeää, jotta haja-asutusalueen asukkaat pystyvät valitsemaan kiinteistönsä kannalta parhaan jäteveden käsittelyvaihtoehdon. Kiinteistön haltijan kannalta suositeltavinta on liittyä kunnan vesihuollon pariin, jos toiminta-aluetta ollaan laajentamassa lähitulevaisuudessa. (Kujala-Räty ym. 2008, 119.)

Kiinteistö voi hakea vapautusta liittymisvelvollisuudesta kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta, jos se täyttää lainmukaiset ehdot vapautumiselle. Vapautus on myönnettävä, jos verkostoon liittyminen muodostuisi kiinteistön omistajalle tai haltijalle kohtuuttomaksi, eikä vapauttaminen vaaranna vesihuollon hoitamista toiminta-alueella. Lisäehtona viemäröinnistä vapautumiselle on, että kiinteistön jätevesien kokoaminen ja käsittely voidaan järjestää aiheuttamatta terveydellistä haittaa ja ympäristöä pilaamatta. (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119, 6, 11 §.)

### **Puhdistamon rakentaminen**

Uudisrakentamisessa huomioitavaa on maankäyttö- ja rakennuslain edellytys siitä, että rakennuslupan saamiseksi kiinteistön vedensaanti ja jätevedet hoidetaan tyydyttävästi sekä ilman haittaa ympäristölle. Kunnan rakennusjärjestyksessä voidaan antaa paikallisista oloista johtuvia määräyksiä koskien muun muassa vesihuollon järjestämistä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 1, 14, 135–136 §.) Uudisrakentamisen yhteydessä lupa järjestelmästä voidaan liittää rakennuslupahakemukseen, muuten kiinteistökohtaisen jätevesijärjestelmän rakentamiselle tai muuttamiselle edellytetään toimenpidelupaa (Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895, 62 §).

### **Puhdistamoiden lietteiden käsittely**

Haja-asutuksen jätevedenkäsittelyssä syntynyttä sako- ja umpikaivolietettä käsitellään jätelaissa, jonka mukaan kunnan on järjestettävä asumisessa syntyneen jätteen eli tässä tapauksessa lietteiden kuljetus omana toimintanaan tai muuta yhteisöä tai yksityisyrittäjää käyttäen. Kuljetus voidaan järjestää myös niin, että jätteen haltija sopii siitä suoraan kuljetuksen suorittajan kanssa. Jos kulkuyhteydet ovat hankalat tai jätteenhaltijoita tai syntyvää jätettä on vähän, voi kunta päättää, ettei jätteenkuljetusta järjestetä. (Jätelaki 3.12.1993/1072 10 §.)

### 3 HAJA-ASUTUSALUEIDEN JÄTEVEDET

#### 3.1 Haja-asutusalueiden talousjätevesien muodostuminen

Talousjätevedellä tarkoitetaan jätevettä, joka muodostuu peseytymiseen, ruuanlaittoon, astian- ja pyykinpesuun, siivoukseen sekä vesikäymälään käytetystä vedestä (RT 66-10873 2006, 2). Talousjätevettä syntyy asunnoissa, toimistoissa, liikerakennuksissa, laitoksissa, karjatilojen maitohuoneissa tai muissa elinkeinotoiminnoissa (Ympäristönsuojelulaki 1.3.2000/86, 27a §). Tämän työn yhteydessä tarkastellaan asuinkiinteistöissä syntyviä talousjätevesiä.

Yksittäisen kiinteistön jätevesi on keskimäärin suhteellisen väkevää, koska kiinteistökohtaiseen puhdistusjärjestelmään tuleva jätevesi koostuu vain asumisessa syntyneistä jätevesistä. Puhdistusjärjestelmiin ei tule johtaa sadevesiä tai rakenteiden kuivatusvesiä, ja lyhyiden viemäriinjojen takia vuotovesiä ei pääse imeytymään järjestelmään. (Kujala-Räty ym. 2008, 57.)

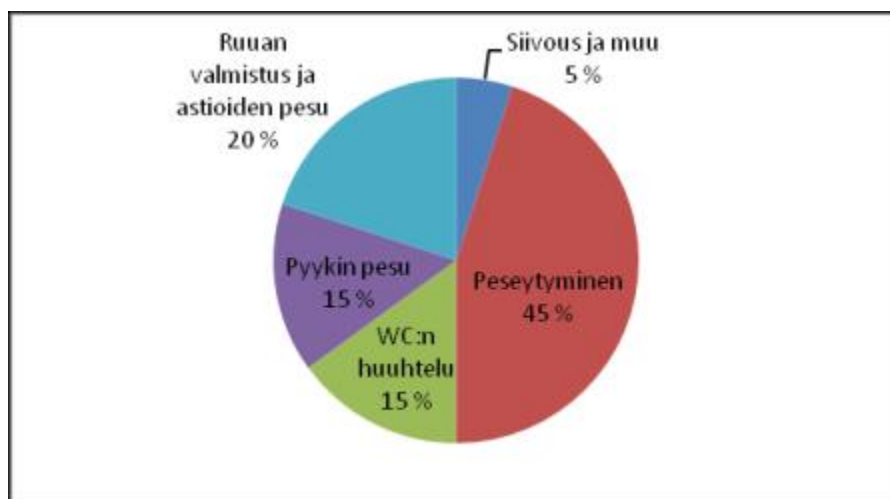
Jätevesien määrää voidaan arvioida käytetyn talousveden perusteella, koska käytännössä kaikki sisällä asunnoissa käytettävä vesi muuttuu jätevedeksi. Suomessa päivittäin käytettävä vesimäärä vaihtelee 80–200 litran välillä asukasta kohti vuorokaudessa. Kiinteistön asukkaiden kotona viettämä aika vaikuttaa merkittävästi vedenkulutukseen. (Kujala-Räty ym. 2008, 57.) Jätevesijärjestelmien mitoituksessa tulisi käyttää vähintään 150 litran vedenkulutusta asukasta kohti.

#### 3.2 Asuinkiinteistöillä syntyvien jätevesien laatu

Jäteveden laatu vaihtelee suuresti eri kiinteistöjen välillä erilaisten vedenkäyttötottumusten takia. Ihmisten toiminnoista viemäriin joutuvat lika-aineet sekoittuvat erisuuruisiin vesimääriin, jolloin paljon vettä käyttävän kiinteistön jätevedet voivat olla laimeampia kuin vähän vettä käyttävän, mutta kokonaiskuormitus näillä voi silti olla sama. Myös yhden kiinteistön jäteveden määrässä ja laadussa syntyy vaihteluita esimerkiksi vuorokauden eri aikoina.



Tällainen vaihtelu korostuu entisestään lyhyiden viemäriinjojen takia. (Kujala-Räty ym. 2008, 57.) Kotitalouksien jätevesimäärän muodostuminen on esitetty kuviossa 1. Kuvion jakautuman perusteella nähdään, että kotitalouksissa käytetään eniten vettä peseytymiseen. Keittiössä, pyykinpesussa ja WC:n huuhteluun käytetyn veden määrä ovat keskenään samaa luokkaa.



Kuvio 1. Jätevesien muodostuminen kotitaloudessa. (Suomen ympäristökeskus 2010a).

Jätevesi sisältää siihen liuenneita ja kiinteitä, orgaanisia ja epäorgaanisia aineita. Jäteveden laatua kuvataan siinä olevien aineiden määrällä tai erilaisilla mitatuilla ominaisuuksilla. Tärkeimpiä ominaisuuksia ovat orgaanisen aineen määrä sekä fosfori- ja typpipitoisuus. (Kujala-Räty ym. 2008, 58.) Tärkeitä ovat näiden lisäksi myös jäteveden sisältämän kiintoaineen määrä ja jäteveden hygieenisuus, jota voidaan mitata bakteerien määrällä (Suomen ympäristökeskus 2010a). Yksi puhdistamon toiminnan mittari on pH-arvo, sillä suurin osa biologisen prosessin bakteereista ei kestä alle 4:n tai yli 9:n happamuusastetta. Optimaalinen pH on 6,5–7,5 (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2004, 171.)

### Orgaaninen aines

Orgaanisen aineen pitoisuus ilmoitetaan biokemiallisena hapenkulutuksena (BOD = Biological Oxygen Demand), joka mittaa jäteveden sisältämien biologisesti hajoavien aineiden määrää. Mikro-organismien annetaan tehdä

hajotukset seitsemän vuorokauden ajalla 20 °C lämpötilassa. Määrittelyn aikainen ammoniumtypen hapettumisesta johtuva hapenkulutus estetään lisäämällä näytteeseen allyyliitiourealiuosta (ATU) (2mg/l). BOD:n laatuna käytetään mg/l. (Kemira 1991, 3.)

## Fosfori

Fosfori esiintyy jätevesissä osittain orgaanisesti sidottuna fosforina, osittain epäorgaanisena fosforina. Orgaaninen fosfori on pääasiassa sitoutuneena kiintoaineisiin, kun taas epäorgaaninen fosfori esiintyy suurimmaksi osaksi liukoisessa muodossa. (Kemira 1991, 4.) Monet pyykin- ja astianpesuaineet sisältävät fosforia, mutta suurin osa fosforista on peräisin virtsasta ja ulosteista (Ympäristöministeriö 2009, 54). Fosforimäärä ilmaistaan mg/l:ssa kokonaissfosforia  $P_{\text{tot}}$  ja mg/l:ssa fosfaattifosforia  $PO_4$ .

## Typpi

Typpi esiintyy jätevedessä orgaanisesti sidottuna typpenä ja epäorgaanisena ammoniumin, nitriitin ja nitraatin muodossa. Orgaanisesti sidottu typpi on noin 60 %:sti ja epäorgaaninen typpi lähes 100 %:sti ammoniummuodossa. (Kemira 1991, 5.) Jäteveden typpi on peräisin erityisesti virtsasta (Ympäristöministeriö 2009, 54). Kokonaistyyppipitoisuus  $N_{\text{tot}}$  ilmoitetaan mg/l:ssa.

### 3.3 Jätevesien aiheuttama ympäristökuormitus

Ympäristöön päästetyt talousjätevedet ovat riski pinta- ja pohjavesille sekä ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille. Haja-asutusalueiden jätevesikuormitus kohdistuu erityisesti ihmisten omaan lähiympäristöön. Suoraan maahan johdetut jätevedet kulkeutuvat ympäristössä joko maan pintaa pitkin vesistöön tai imeytyvät maakerrosten läpi pohjaveteen. Huonosti puhdistetut jätevedet voivat pilata pohjaveden laadun ja estää juomavesikaivon veden käytön talousvetenä. Vesistöön johdetut tai ojien kautta purkautuvat jätevedet heikentävät vesien arvoa ja esimerkiksi uimavesien käyttökelpoisuutta. Purkuojissa voi esiintyä limoittumista tai umpeenkasvua. (Ympäristöministeriö 2009, 7–9.) Jätevedet

saattavat aiheuttaa hajua, mutta kaikki veden laatuun liittyvät haitat eivät aina ole aistein havaittavissa (RT 66-10873 2006, 2).

Verrattaessa puhdistamattoman jäteveden typpi- ja fosforipitoisuuksia luonnontilaisten pintavesien pitoisuuksiin typpeä on satakertaisesti ja fosforia tuhatkertaisesti jätevedessä. Vesistöjen kannalta fosfori on haitallisin rehevöittävä ravinne, mutta myös typpi on haitallinen erityisesti merialueilla. Rehevöityminen näkyy levien kasvuna ja usein myös sinileväkukintoina. Orgaaninen aines yhdessä ammoniumtypen kanssa kuluttaa vesistöjen happea, jos jätevesien laimeneminen on vähäistä. Tämän seurauksena vähävetiset vesistöt saattavat muuttua hapettomiksi ja alkavat haisemaan. (Ympäristöministeriö 2009, 54.) Lisäksi ammoniummuotoinen typpi on myrkyllistä kaloille (RIL ry 2004, 211).

### 3.4 Haja-asutuksen jätevesien käsittelyjärjestelmät

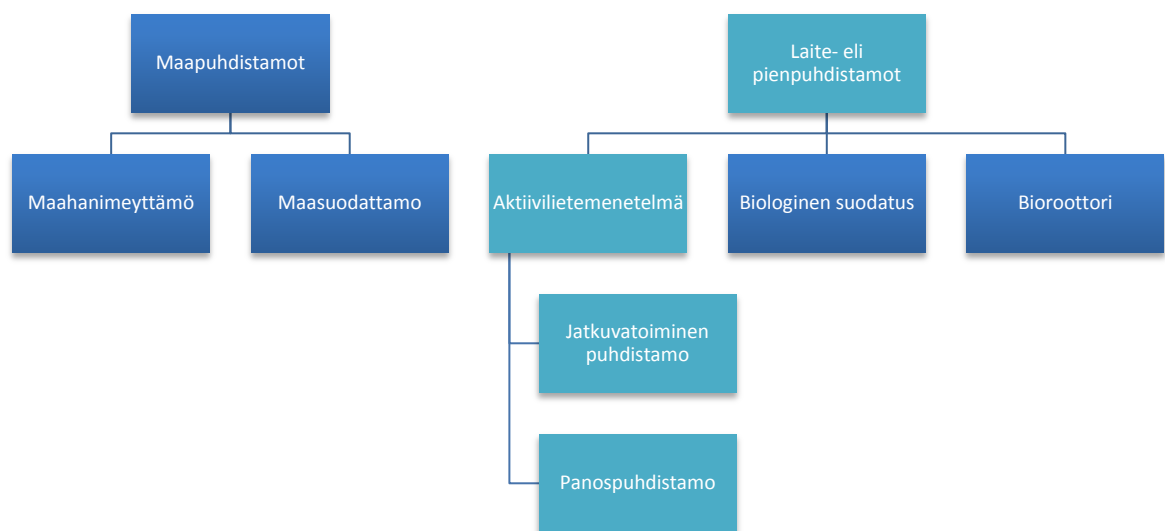
Jätevesien käsittelyjärjestelmällä tarkoitetaan talousjätevesien puhdistusta tai muuta käsittelyä varten tarvittavia laitteita ja rakenteita sekä niiden muodostavaa kokonaisuutta. Käsittelyjärjestelmät koostuvat saostussäiliöstä, jäteveden umpisäiliöstä, maahanimeyttämöstä, maasuodattamosta ja pienpuhdistamosta. (Ympäristönsuojelulaki 1.3.2000/86, 27a §.)

Käsittelyjärjestelmä mitoitetaan siten, että se täyttää asetetut puhdistusvaatimukset koko elinkaaren aikana kaikissa todennäköisissä käyttötilanteissa. Mitoituksen tulee perustua vähintään siihen asukaslukuun, joka saadaan jakamalla huoneistoala (m<sup>2</sup>) luvulla 30. Mitoituksessa käytetyn asukasluvun tulee kuitenkin olla vähinään viisi. (Jätevesiasetus 10.3.2011/209.)

Jätevettä käsitellään järjestelmissä mekaanisesti, biologisesti ja kemiallisesti. Yleensä käsittelyjärjestelmä koostuu erilaisista rinnakkain tai peräkkäin toimivista prosesseista, jotka perustuvat edellä mainittuihin käsittelyvaihtoehtoihin. Erilaisia prosesseja ovat laskeutus, erilaiset suodatukset, aktiivilietekäsittely, fosforin saostus, nitrifikaatio-denitrifikaatio -

prosessi ja desinfiointi. Prosessien tarkoituksena on poistaa jätevesistä ympäristöä kuormittavia aineita. (Kujala-Räty ym. 2008, 73, 77).

Varsinaiset käsittelyjärjestelmät voidaan jakaa kahteen päätyyppiin kuvion 2 mukaan. Maapuhdistamoihin kuuluvat maahanimeyttämö ja maasuodattamo. Maahanimeyttämössä jätevesi imeytetään maaperään jakokerroksen kautta. Jätevesi puhdistuu suodattuessaan maaperän läpi kohti pohjaveden pintaa. Maasuodattamo eroaa maahanimeyttämöstä siten, että suodatinkerrosten läpi kulkenut jätevesi kerätään kokoomaputkilla hallitusti kokoomakaivoon ja vapautetaan purkuputkea pitkin maaperään tai purkuojaan. (Kujala-Räty ym. 2008, 74–75.)



Kuvio 2. Haja-asutusalueiden jäteveden käsittelyjärjestelmät.

Pienpuhdistamot toimivat biologisesti, kemiallisesti tai näiden yhdistelmänä. Biologisella puhdistamolla saadaan puhdistettua etenkin eloperäistä ainetta ja kemiallisella fosforia. Biologis-kemialliset pienpuhdistamot toimivat samoilla periaatteilla kuin suuremmat jätevedenpuhdistamot, mutta pienemmässä mittakaavassa. Puhdistamoiden prosessien järjestys ja kesto voivat vaihdella eri valmistajien ja mallien välillä. (Kujala-Räty ym. 2008, 138.) Biologisia käsittelyjä ovat kaavioon 1 merkityt aktiivilietemenetelmä, biologinen suodatus ja bioroottori.

Jätevesien aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää ottamalla osa lika-aineista talteen jo ennen viemäriin johtamista. Suositeltava vaihtoehto on korvata vesikäymälä kuivakäymälällä, jolloin jätevesijärjestelmään tulee käsiteltäväksi vain harmaita jätevesiä eli pesu- ja keittiöjätevedet. Pelkkien harmaiden jätevesien käsittelyyn tarkoitetun järjestelmän teho voi olla vaatimattomampi kuin järjestelmän, johon johdetaan kaikki jätevedet. (Kujala-Räty ym. 2008, 60.)

Tutkimuksessa oli mukana pienpuhdistamoita, jotka kaikki toimivat aktiivilietemenetelmällä. Lisäksi niissä oli kemiallinen fosforinpoisto. Tämän takia seuraavassa kappaleessa perehdytään tarkemmin juuri näihin puhdistusmenetelmiin.

## 4 PIENPUHDISTAMOT

### 4.1 Yleistä

Pienpuhdistamot ovat kokonaan tai pääosin tehdasvalmisteisia jätevedenkäsittelylaitteita (RT 66-10873 2006, 18). Pienpuhdistamoita valmistetaan erisuuruisille vesimäärille aina yksittäisten asuinkiinteistöjen puhdistamoista suuriin kyläpuhdistamoihin (Kujala-Räty ym. 2008, 140). Pienpuhdistamoita on aiemmin käytetty erityisesti useamman talouden jätevesien yhteiskäsittelyyn tai muuten suuremmille yksiköille. Laitekehitys on tuonut ne vaihtoehdoksi myös kiinteistökohtaiseen jätevesien käsittelyyn. (RT 66-10873 2006, 18.) Pienpuhdistamot soveltuvat monille kiinteistölle, koska niiden koko ei rajoita sijoituspaikan valintaa kuten maapuhdistamoilla (Kujala-Räty ym. 2008, 138).

Useimmat pienpuhdistamot edellyttävät ympärivuotista käyttöä ja vesikäymälävesiä toimiakseen moitteettomasti (RT 66-10873 2006, 18). Tämän takia niitä suositellaan vakitukselle asutukselle. Hyvän toiminnan varmistamiseksi useamman kiinteistön jätevedet kannattaisi johtaa samalle puhdistamolle, koska pienpuhdistamot toimivat sitä paremmin, mitä tasaisemmin niihin tulee jätevettä. (Kujala-Räty ym. 2008, 138–139.) Vaihtelevan tarjonnan takia pienpuhdistamon valinnassa ja mitoituksessa kannattaa käyttää apuna asiantuntevaa suunnittelijaa (RT 66-10873 2006, 18).

### 4.2 Esikäsittelyprosessit

Puhdistamon mallista riippuen jätevesi saapuu ensimmäiseksi joko suoraan prosessisäiliöön tai niin sanottuun keräilysäiliöön. Keräilysäiliön tarkoituksena on toimia veden tasaustilana ja esiselkeytysäiliönä, josta jätevesi johdetaan edelleen varsinaiseen käsittelyprosessiin. (Kujala-Räty ym 2008, 76.)

Jäteveden esiselkeytys tapahtuu pienpuhdistamoissa yleensä mekaanisesti laskeuttamalla. Näin jätevedestä saadaan erotettua pohjalle laskeutuva

raskaampi aines ja pinnalle kellumaan jäävä vettä kevyempi aines. (Kujala-Räty ym 2008, 77.)

#### 4.3 Biologinen käsittely

Biologisten prosessien päätavoitteena on orgaanisen aineen ja ravinteiden poisto (RIL ry 2004, 181). Biologinen käsittely perustuu erilaisten mikrobien ylläpitämään hajotustoimintaan, jossa orgaaninen aines hajoaa vedeksi ja hiilidioksidiksi. Jokaiselle puhdistamoille muodostuu vähitellen kuhunkin sopiva lajikoostumus jätevedessä olevista hajottajabakteereista ja muista pieneliöistä. Biologisten prosessien teho saavutetaan vähitellen, ja se häiriytyy helposti, jos puhdistamolle tulevan jäteveden laatu tai määrä vaihtelevat paljon. Erilaiset biomyrkyt, kuten öljyt, liuottimet ja klooripitoiset pesuaineet häiritsevät biologista toimintaa. Myös hapenpuute vaikuttaa haitallisesti biologiseen toimintaan. Onnistuessaan orgaanisen aineksen poisto on hyvin tehokasta biologisilla menetelmillä. (Kujala-Räty ym. 2008, 81–82.)

#### **Aktiivilietemenetelmä**

Aktiivilieteprosessin tarkoituksena on saada aikaan mahdollisimman nopea orgaanisten jäteaineiden hajoaminen. Aktiivilieteprosessissa puhdistettava jätevesi johdetaan biomassaa eli aktiivilietettä sisältävään säiliöön, jossa lietettä ja jätevettä ilmastetaan. Ilmastuslaitteena käytetään yleensä pohjailmastimia (Kujala-Räty ym. 2008, 83). Tämän jälkeen vesi selkeytetään, jotta syntyneet flokit erotetaan vedestä. Ilmastuksen tarkoituksena on taata mikrobeille riittävä happimäärä, pitää vesi jatkuvassa liikkeessä sekä estää syntyneiden flokkien laskeutuminen liian aikaisin. Jäteaineiden tehokkaan poistamisen edellytyksenä on flokkien riittävä laskeutumiskelpoisuus, jotta ne saadaan poistettua vedestä tehokkaasti. (RIL ry 2004, 183–184) Pienissä aktiivilietepuhdistamoissa happipitoisuus on melko suuri, noin 3–6 mg/l (Kujala-Räty ym. 2008, 83).

Aktiivilietemenetelmä on yleisin yhdyskuntien jätevedenpuhdistuksessa käytetty menetelmä. Aktiivilietemenetelmä voidaan toteuttaa pienpuhdistamoissa jatkuvavirtaamaisena puhdistamona tai jaksoittain toimivana

panospuhdistamona. Vaihtoehdoista erityisesti panospuhdistamo soveltuu kiinteistökohtaiseen jäteveden käsittelyyn. Panospuhdistamossa aktiivilieteprosessit tapahtuvat samassa tilassa eli prosessisäiliössä, joten puhdistamossa ei ole erillistä ilmastus- tai selkeytysosaa. Useissa puhdistamotyypeissä prosessisäiliön aktiivilietteen määrä pyritään pitämään tasaisena siirtämällä osa aktiivilietteestä takaisin keräily- tai esiselkeytysosaan, jos sellainen löytyy puhdistamosta. (Kujala-Räty ym. 2008, 83–84.)

Osa aktiivilietteestä on poistettava säännöllisesti ylijäämälietteenä, mutta puhdistamon prosessisäiliöön on jätettävä siemenliete biologisen prosessin hengissä pitämiseksi. Aktiivilietemenetelmä puhdistaa jätevedestä fosforia vain noin 30 %, joten menetelmään yhdistetään yleensä fosforin kemiallinen saostus. (Kujala-Räty ym. 2008, 83–84.)

### **Nitrifikaatio-denitrifikaatio**

Typpiyhdisteitä ei voi saostaa kuten fosforia, joten niiden poisto täytyy tehdä biologisesti. Aerobisessa biologisessa puhdistusprosessissa typpiyhdisteitä sitoutuu lietteeseen vain noin 10–15 %. Hapetus-pelkistys eli nitrifikaatio-denitrifikaatio -prosessissa typen poistaminen tapahtuu kaksivaiheisesti. Ensimmäisessä vaiheessa bakteerit hapettavat ammoniumtypen nitriitiksi, joka on pysymätön väliuote, eikä kerry systeemiin. Toisessa vaiheessa reaktio jatkuu bakteerien muuttaessa nitriitin nitraatiksi. (RIL ry 2004, 211–212.) Tätä ammoniumtypen hapettumista välivaiheiden kautta nitraatiksi kutsutaan nitrifikaatioksi (Kujala-Räty ym. 2008, 90).

Yhden ammoniumtyypigramman hapettamiseen tarvitaan 4,6 grammaa happea. Nitrifikaatiobakteerit ovat herkkiä, ja monet yhdisteet voivatkin estää nitrifikaation. Nitrifikaation optimi pH on välillä 7,5–8,6. Alhainen lämpötila hidastaa nitrifikaatiota ja pahimmillaan voi estää sen. (RIL ry 2004, 211–212.) Lisäksi jäteveden viipymän tulee olla tarpeeksi pitkä. Hyvin toimivan nitrifikaation jälkeen suurin osa jäteveden tuestä on nitraattimuodossa (Kujala-Räty ym. 2008, 90), jolloin typpiyhdisteet eivät vaadi vesistössä happea, joten jo



tämä voi olla vesistön happitaseen kannalta oleellinen parannus. (RIL ry 2004, 211.)

Typenpoiston toinen vaihe on denitrifikaatio, jossa nitraatti pelkistyy eli muuttuu edelleen typpikaasuksi. Denitrifikaatio tapahtuu ilman liuennutta eli vapaata happea. Reaktion pH optimi on 7–8. Reaktion aikana alkaliniteetti lisääntyy ja korvaa parhaimmillaan 50 % nitrifikaation aiheuttamasta alkaliteetin laskusta. Yhden typpigramman poistaminen vaatii 3–6 grammaa orgaanista ainetta BOD:na mitattuna. (RIL ry 2004, 213.) Denitrifikaatiota voidaan tehostaa lisäämällä biologiseen prosessin jälkeen hapeton vaihe. Tämä voidaan toteuttaa panospuhdistamoissa hapellisen ja hapettoman vaiheen säädöillä. (Kujala-Räty ym. 2008, 91.)

#### 4.4 Fosforin kemiallinen saostus

Fosfori esiintyy jätevedessä suurimmaksi osaksi liuenneena, joten sitä ei voida erottaa laskeuttamalla (Kujala-Räty ym. 2008, 88). Liuennut, epäorgaaninen fosfori voidaan poistaa vedestä kemiallisella saostuksella. Fosfori muodostaa veteen lisättävän kemikaalin kanssa uuden vaikeasti liukenevan yhdisteen, joka voidaan poistaa vedestä joko selkeyttämällä tai suodattamalla. (RIL ry 2004, 140, 142.) Kemiallinen käsittely parantaa lisäksi kiintoaineen sitoutumista lietteeseen ja tekee lietteen raskaammaksi edesauttaen laskeutumista (Kujala-Räty ym. 2008, 88).

Kemiallinen saostus voidaan suorittaa eri vaiheessa suhteessa biologisen käsittelyyn. Esisaostus tapahtuu ennen biologista vaihetta, jolloin saostuskemikaali syötetään esimerkiksi saostussäiliöön johtavaan viemäriputkeen. Rinnakkaissaostuksessa kemikaali annostellaan biologisen vaiheen aikana. Jälkisaostus tehdään biologisen käsittelyn jälkeen. Näistä rinnakkaissaostuksen on todettu toimivan hyvin aktiivilietekäsittelyn yhteydessä ja sitä käytetään yleisesti esimerkiksi panospuhdistamoissa. (Kujala-Räty ym. 2008, 88.)

Fosforin tehokkaan poistumisen saavuttamiseksi on saostuskemikaalin syöttömäärän oltava riittävä suhteessa jätevedessä olevaan fosforin määrään. Pienpuhdistamoilla ei voida käyttää syöttömäärinä yhdyskuntapuhdistamoille tarkoitettuja ohjemääriä, koska tulevan jäteveden fosforipitoisuus on yleensä suurempi kuin isoille puhdistamoille tulevan jäteveden fosforipitoisuus. Saostuskemikaalin syöttömäärä tulisikin säätää jokaiselle puhdistamolle sinne tulevan kuormituksen mukaisesti. Teoriassa yhden fosforigramman sitomiseen tarvitaan 0,9 grammaa alumiinia tai 1,8 grammaa rautaa. (Kujala-Räty ym. 2008, 88.)

Fosforin saostamiseen käytetään yleensä nestemäistä kemikaalia, joka on rauta- tai alumiiniyhdisteen ja apuaineiden vesiliuosta (Kujala-Räty ym. 2008, 89). Suomessa käytetään rautasuolista useimmiten ferrosulfaattia, koska sitä saadaan kemian teollisuuden jäteaineena. Ferrosuola tulee kuitenkin hapettaa ennen prosessia tai sen aikana ferrimuotoon. Tämän takia ferroyhdisteiden käyttö ei sovi joka paikkaan. Alumiinisuoloista käytetään jäteveden fosforin saostamiseen alumiinisulfaattia. Reaktioiden optimiarvo raudalla on  $\text{pH} \approx 5,5$  ja alumiinilla  $\text{pH} \approx 5,6-6,0$ . (RIL ry 2004, 143.) Pienpuhdistamoiden valmistajat yleensä suosittelevat käytettäväksi puhdistamoillaan jotain tiettyä kemikaalia (Kujala-Räty ym. 2008, 89).

Kemikaalin annostelu tapahtuu yleensä annostelupumpulla, magneettiventtiilillä tai mekaanisesti. Kemikaalipumpun käyntiä tai magneettiventtiilin avautumista voidaan säätää aikakytkimellä tai jätevesimäärän mukaisesti. Pienpuhdistamoilla annostelu on yleensä kytketty jollain tavoin jätevesien pumppaukseen. Kemiallisen saostuksessa syntyvät hiukkaset ovat niin pieniä, etteivät ne pysty sellaisinaan laskeutumaan selkeytysvaiheessa. Tämän takia fosforin saostukseen kuuluu jäteveden ja kemikaalin sekoittamisen lisäksi syntyneen seoksen hämmentäminen, jolloin syntyneet hiukkaset törmäilevät ja tarttuvat toisiinsa, jolloin niiden koko kasvaa. (Kujala-Räty ym. 2008, 89.)

## 5 HAJA-ASUTUSALUEIDEN PIENPUHDISTAMOIDEN TEHOKKUUDEN TUTKIMINEN

### 5.1 Tehdyt tutkimukset

Jätevesiasetuksessa annetaan Suomen ympäristökeskukselle velvoite seurata yleisesti saatavilla olevien jätevedenkäsittelylaitteistoja ja -menetelmiä sekä niillä saavutettavia tuloksia (Jätevesiasetus 2011, 8 §). Tätä varten ympäristökeskus on perustanut puhdistamosivuston, josta löytyy helposti tietoa tehdyistä tutkimuksista ja markkinoilla olevista puhdistamoista sekä niiden toiminnasta.

Yleisimpänä puhdistamoiden tutkimusmenetelmänä on ollut kerätä näytteitä käsittelystä jätevedestä. Näytteenottoväli on ollut useita viikkoja tai jopa kuukausia. Harvan näytteenoton takia ei välttämättä tiedetä, miten puhdistamo toimii näytteenottokertojen välillä. Yksittäiset näytteet eivät välttämättä edusta puhdistamon toimintaa kattavasti, eikä niiden perusteella voida tehdä tarpeeksi luotettavia johtopäätöksiä puhdistamon toiminnasta. Suurimmat toimintahäiriöt ja -viat on toki mahdollista paikantaa, mutta näillä ei päästä kiinni puhdistamon luonnolliseen toiminnan vaihteluun tai häiriöihin, joista puhdistamo palautuu itsestään. Voi olla mahdollista, että näytteenottokerta ajoittuu juuri tällaiseen notkahdukseen, vaikka muuten puhdistamo olisi toiminutkin hyvin.

Puhdistustuloksissa saattaa esiintyä suurta vaihtelua ja tämä tuleekin ottaa huomioon tuloksia tarkastellessa ja suhtautua kriittisesti esitettyihin tuloksiin, olivat tulokset hyviä tai huonoja. Jotta puhdistamoista saataisiin kattavaa tietoa, tulisi samaa kohdetta tarkkailla kauan ja suhteellisen tiheällä näytteenottovälillä. Lisäksi jokaisen käyttäjän toimintatavat vaikuttavat saatavaan puhdistustulokseen, joten yhdestä kohteesta saadun tiedon perusteella ei voida tehdä olettamusta siitä, miten samanlainen puhdistamo toimii jollain muulla kiinteistöllä.

Seuraavassa on esitelty muutamia merkittävimpiä tutkimuksia ja niiden perusteella tehtyjä johtopäätöksiä pienpuhdistamoiden toiminnasta. Mukana on myös yksi Ruotsissa toteutettu tutkimus. Johtopäätöksiä tarkastelussa on keskitytty erityisesti biologis-kemiallisista pienpuhdistamoista saatuihin tuloksiin.

#### 5.1.1 Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostaminen – AHA 21-projekti

AHA 21-projekti oli käynnissä Varsinais-Suomen Agendatoimistossa, nykyisessä Valoniassa 1999–2005. Projektin tavoitteena oli parantaa vesistöjen, erityisesti Saaristomeren tilaa vähentämällä haja-asutuksesta johtuvaa jätevesikuormitusta. Yhtenä tavoitteena oli löytää parhaat kiinteistökohtaiset jäteveden käsittelyjärjestelmät toteuttamalla ja tutkimalla erilaisia jätevedenpuhdistamoita.

Projektin aikana näytteitä otettiin 33 kohteesta, jotka olivat erilaisia maa- ja pienpuhdistamoita. Puhdistamoista otettiin ensimmäiset näytteet 1–2 kuukauden kuluttua käyttöönotosta ja sen jälkeen 2–6 kertaa vuodessa. Puhdistamoista, jotka oli varustettu näytteenottokaivolla, näyte otettiin kaivosta kokoomanäytteenä ja muista kertanäytteenä purkuputken päästä tai tarkastuskaivosta.

Melkein kaikilla puhdistamoilla päästiin jossakin vaiheessa alkuperäisen jätevesiasetuksen vaatimuksiin, mutta puhdistustehot vaihtelivat pienpuhdistamoilla erittäin paljon. Pienpuhdistamot poistivat orgaanista ainesta hyvin ja myös fosforin- ja typenpoisto oli hyvää muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Tutkimuksessa todettiin, että kiinteistökohtaiset jätevesijärjestelmät ovat toiminnan kannalta herkkiä erilaisille tekijöille, kuten asennusvirheille, kuormitusvaihtelulle ja huollon laiminlyönnille. Myös tulevan jäteveden laadulla voi olla merkitystä puhdistamon toiminnalle.

#### 5.1.2 Hajasampo- ja Ravinnesampo-hankkeet

Hajasampo eli Haja-asutuksen vesiensuojelun tehostamishankkeen käynnisti Suomen ympäristökeskus vuonna 1998. Sen tarkoituksena oli tutkia ja kehittää menetelmiä haja-asutuksen aiheuttaman jätevesikuormituksen vähentämiseksi.

Yhtenä hankkeen osana teetettiin puhdistamoiden toimivuustutkimus 1998–2003. Tämän yhteydessä käsiteltiin muun muassa käsittelemättömän jäteveden laatua. Tutkimukseen valittiin alun perin 22 puhdistamoa tiiviiseen seurantaan (näytteet kahden kuukauden välein) ja 41 harvaan seurantaan (näytteet puolen vuoden välein). Lopullisia tuloksia saatiin 48 puhdistamosta. Tutkimuksen kohteina oli oikeassa käytössä olevia maasuodattamoita, kivikuitusuodattimia ja kalkkisuodinmenetelmällä toimivia puhdistamoita.

Tutkimuksessa todettiin, että toimivuustaso riippuu virheettömistä rakennus- ja asennustöistä, ohjeiden mukaisesta käytöstä sekä säännöllisestä huollosta. Yksikin huono osatekijä voi estää hyvän puhdistustuloksen saavuttamisen. Pienten laitepuhdistamoiden osalta havaittiin, että toimivuus laboratorio- tai tehdasolosuhteissa ei takaa hyvää toimivuutta käytännössä.

Hajasampo-hanketta jatkoi Ravinnesampo-hanke, jonka tavoitteena oli selvittää ravinteiden poistomenetelmien tehokkuutta kiinteistökohtaisissa jätevesijärjestelmissä. Lisäksi haluttiin saada tietoa eri menetelmien käytännön toimivuuden edellytyksistä sekä vertailla eri menetelmiä, niiden tehokkuutta ja käyttökelpoisuutta. Seurantaan valittiin 46 käytössä olevaa kohdetta, joista 11 oli kolmen eri laitevalmistajan panospuhdistamoa. Näytteenotto aloitettiin kesällä 2003. Vuoden aikana jokaisesta puhdistamosta otettiin 3–7 näytettä. Panospuhdistamoista otettiin kokoomanäytteet ulospumppauksen aikana kerätyistä osanäytteistä.

Orgaanisen aineen ja typenpoisto toimivat keskimääräisesti hankkeen puhdistamoissa hyvin. Fosforinpoiston osalta tulokset vaihtelivat enemmän. Tutkimuksessa todettiin, että silloisilla puhdistustekniikoilla on mahdollista saavuttaa alkuperäisen asetuksen puhdistustehovaatimukset. Eniten ongelmia esiintyi fosforinpoistossa ja sitäkin voitaisiin tutkimuksen mukaan parantaa, jos asukkaat huolehtisivat vaadituista puhdistamon huolto- ja ylläpitotoimista.

### 5.1.3 Tillsyn på minireningsverk inklusive mätning av funktion

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää normaalissa käytössä olevien puhdistamojen puhdistustehoa Ruotsissa asetettujen arvojen perusteella. Tutkimus toteutettiin ottamalla kertainäyte käsitelystä jätevedestä sekä kyselyn perusteella. Tutkimukseen saatiin mukaan 24 eri valmistajan puhdistamoa, joita jokaista oli mukana 1–7 kappaletta.

Tutkimuksessa havaittiin suurta pitoisuuksien vaihtelua eri merkkien ja kiinteistöjen välillä. Puhdistamoiden toiminnassa esiintyi puutteita ja harva puhdistamoista toimi niin hyvin kuin valmistaja oli ilmoittanut. Verrattaessa tuloksia Suomen asetukseen, orgaanisen aineen poisto toimi hyvin ja huonot tulokset koskivat fosforin- ja typenpoistoa. Syinä huonoihin tuloksiin olivat muun muassa laiteviat, saostuskemikaalin puute tai väärä annostelumäärä. Tutkimuksen perusteella todettiin, että puhdistamoiden käyttöön ja kunnossapitoon tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Huonojen tulosten välttämiseksi tarvitaan säännöllistä tarkkailua ja asiantuntevaa huoltoa.

### 5.1.4 TM Rakennusmaailman pienpuhdistamovertilu

Vertailun tavoitteena on seurata pienpuhdistamoita yhdenmukaisella kuormituksella samanlaisissa olosuhteissa. Vertailu on käynnistetty marraskuussa 2010 ja sitä jatketaan kesään 2011 asti. Tutkimuksessa on mukana kahdeksan pienpuhdistamoa, joista viisi on panospuhdistamoita, kaksi jatkuvatoimista puhdistamoa ja yksi biofilmimenetelmällä toimiva puhdistamo. Puhdistamot on asennettu vierekkäin testialueelle ja niihin syötetään jätevettä samalla virtaamalla ja koostumuksella. Vedensyötön määrää vaihdellaan vertailun aikana. Puhdistamoille johdettava jätevesi on peräisin noin 500 asukkaan jätevesiverkostosta.

Ensimmäisellä vertailujaksolla 13.1.–18.5.2010 näytteitä otettiin yhteensä 10 jokaisesta puhdistamosta. Näytteet kerättiin yhden vuorokauden virtaamapainotteisina kokoomanäytteinä. Vain yksi puhdistamo pääsi ajoittain kaikkiin alkuperäisen asetuksen vaatimuksiin. Puhdistamoilla havaittiin

ongelmia, joita tavallinen käyttäjä ei olisi voinut huomata. Lisäksi ilmeni ongelmia, jotka vaativat huoltomiehen käyntiä paikalla. Orgaanisen aineen poisto toimi puhdistamoilla hyvin. Fosforinpuhdistusteho oli hankala saavuttaa, jos kemikaalinsyöttö oli tehdasasetuksella. Parempaan tulokseen päästäkseen tuli syöttö säätää jäteveden kuormituksen mukaiseksi. Typen vaatimus oli hankalin saavutettava. Asiaan varmasti vaikutti puhdistamoiden käyttöönotto talvella, jolloin typenpoistoprosessin käynnistyminen on hitaampaa.

Kesän ja syksyn 2010 aikana tehty toinen vertailujakso sujui ensimmäistä paremmin, mutta ongelmia esiintyi edelleen ja laitteiden toiminta oli vaihtelevaa. Ongelmia puhdistamolla aiheuttivat muun muassa hapen loppuminen prosessista suuren kuormituksen seurauksena, prosessien alhaiset pH-arvot ja erilaiset kemikaalin syöttövaikeudet. Yksikään puhdistamoista ei yltänyt katkeamattomaan silloisen asetuksen täyttävään puhdistustulokseen. Tosin täytyy huomata, että jakson aikana toteutettiin lomajakso, jolloin jäteveden syöttö puhdistamoille lopetettiin kahdeksi viikoksi käyttökätkon mallintamiseksi.

## 5.2 MINWA-projektin tutkimus

Tutkimukseen valittiin kohderyhmäksi pienpuhdistamot, koska ne ovat olleet paljon esillä julkisuudessa ja niitä on markkinoitu sekä myyty kuluttajille voimakkaasti. Lisäksi julkisuudessa on esitetty erilaisia tutkimustuloksia, jotka ovat herättäneet keskustelua puhdistamoiden toimivuudesta. Pienpuhdistamoista on luotu mielikuva, että ne ovat helppokäyttöisiä ja yksinkertaisia pitää yllä, vaikka ne vaativat omistajan perehtymistä laitteen toimintaan sekä säännöllisiä huolto- ja ylläpitotoimia. Pienpuhdistamoista on ollut saatavilla vähän puolueetonta tutkimustietoa oikeissa käyttöolosuhteissa.

Tutkimuksen tarkoituksena oli seurata puhdistamoita yhtäjaksoisesti pidempi, noin kuuden viikon mittainen jakso, jotta saataisiin pitkäaikaisempaa ja yhtenäistä tietoa puhdistamoiden toimivuudesta todellisessa käytössä. Näytteitä kerättiin kokoomanäytteinä sekä käsittelemättömästä että käsitellystä jätevedestä. Tutkimuskohteiden valintaa rajasi käytetyn tutkimusmenetelmän sopivuus puhdistamomalliin. Koska puhdistamoita on lukuisia erilaisia, eivät

kaikki mallit soveltuneet tutkimukseen käsittelemättömän jäteveden mittaustekniikan vuoksi.

Tutkimuskohteet hankittiin yhteistyössä Valonian kanssa, sillä heillä on hyvät tiedot Varsinais-Suomen alueelle asennetuista jäteveden käsittelyjärjestelmistä. Lisäksi Valonia suorittaa omaa näytteenottoseurantaa alueelle asennetuista puhdistamoista. Kaksi valituista tutkimuskohteista on myös Valonian näytteenottoseurannassa mukana olevia puhdistamoita.

Kuuden viikon mittaisella tutkimusjaksolla näytteitä kerättiin kahdesta kolmeen kertaa viikossa. Kummastakin näytteenottokohdasta otettiin kaksi litran pulloa näytettä. Pullot pakattiin kylmälaukkuun heti näytteenoton jälkeen ja lähetettiin saman päivän aikana analysoitavaksi Ramboll Analytics Oy:n laboratorioon Lahteen. Näytteistä analysoitiin FINAS-akkreditoiduilla menetelmillä pH, kiintoaines, biologinen hapen kulutus BOD7-ATU, kokonaistyyppi  $N_{tot}$ , nitraattityppi  $NO_3$ , ammoniumtyppi  $NH_4$ , kokonaisfosfori  $P_{tot}$  ja liukoinen fosfori  $PO_4$ .

Tämän lisäksi jäteveden laatua seurattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla, joiden mittaustekniikkaa ja -tuloksia ei ole tarkoitus käsitellä tässä opinnäytetyössä kuin välttämättömin osin. Kiinteistöjen vedenkulutusta seurattiin vesimittarista, puhdistamon panoslaskurista tai pinnankorkeusanturin avulla. Osasta puhdistamoja otettiin laskeutuskokeita puhdistamon toimivuuden arvioinnin avuksi. Tämän lisäksi kiinteistön asukkaille annettiin tutkimuksen ajaksi seurantalomake, jonka avulla kerättiin kohteista tarvittavat perustiedot ja asukkaat pystyivät merkitsemään muistiin mahdolliset poikkeustilanteet puhdistamojen käytöstä.



## 6 TUTKIMUSKOHTEIDEN KUVAUS

### 6.1 Raita Environment PA2 multi

Ensimmäinen tutkimuskohde sijaitsi Aurassa, jossa viisihenkisellä perheellä on käytössään Raita Environmentin biologis-kemiallinen PA2 multi -panospuhdistamo (kuva 1.). Kiinteistöllä asuu kaksi aikuista ja kolme alle kouluikäistä lasta. Tutkimusjakson aikana toinen aikuisista kävi kodin ulkopuolella töissä ja lapset olivat päivisin hoidossa lähes tutkimusjakson loppuun asti. Puhdistamo on ollut käytössä tutkimushetkellä 1,5 vuotta. Puhdistamoon tulee käsiteltäväksi asuinrakennuksessa syntyvät jätevedet. Pihapiirissä on erillinen saunarakennus, jossa käytettyä vettä ei johdeta puhdistamoon. Tutkimusjakso kesti seitsemän viikkoa aikavälillä 4.5.2010–22.6.2010. Puhdistamolle johdettavaa vesimäärää seurattiin pinnankorkeusanturilla.



Kuva 1. Keskellä PA2 multi -panospuhdistamo ja oikealla tutkimuksen mitta-astia.

#### **Puhdistamon toimintaperiaate**

Puhdistamo poistaa biologisen aktiivilieteprosessin avulla orgaanista ainetta, nitrifikaatio-denitrifikaatio -prosessilla typpeä sekä biologisella puhdistuksella ja kemiallisella saostuksella fosforia. Ylijäämäliete käsitellään kuivattamalla se

lietekerissa, joka tyhjennetään kiinteistön kompostiin. Puhdistamon ohjaus- ja hälytyskeskus, puhallin, kemikaalin annostuspumppu säiliöineen ja pumppujen ohjaukset ovat erillisessä teknisen tilan säiliössä. (Raita Environment 2010.)

Asuinrakennuksen jätevedet kootaan viemäriputkella esikäsittelysäiliöön, joka toimii keräyssäiliönä ja kuormituksen tasaajana. Pumppaus esikäsittelysäiliöstä prosessisäiliöön tapahtuu automaattisesti, kun pinnan seurannan ylätaso on saavutettu. Prosessin aikana säiliön tilavuus toimii jäteveden vastaanottosäiliönä. (Raita Environment 2010.) Puhdistamo voi käsitellä 200–715 litran panoksia kuormitustilanteesta riippuen. Yhden panoksen käsittely kestää 8,5 tuntia. (I. Raita, henkilökohtainen tiedonanto 15.7.2010.)

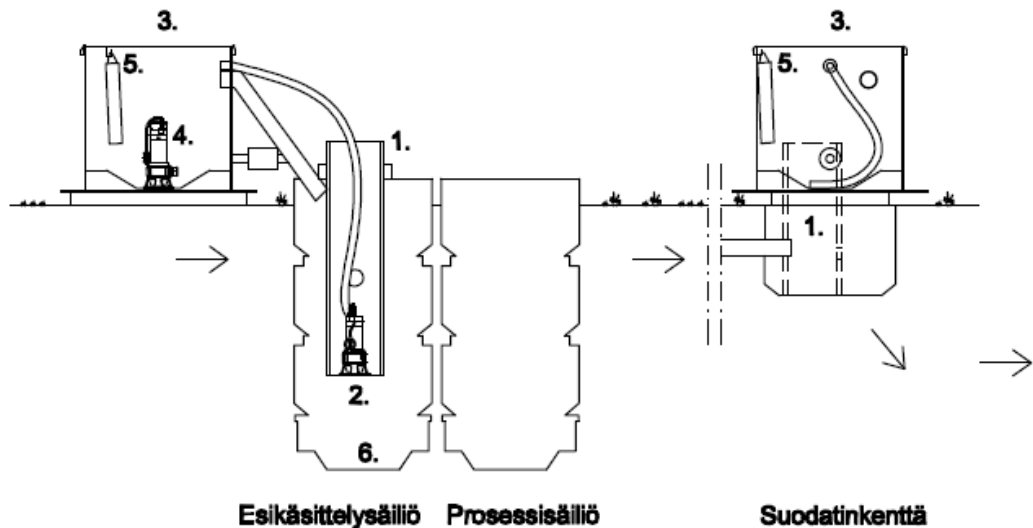
Ensimmäiseksi prosessisäiliössä tapahtuu hienokuplailmastus, jolloin säiliössä oleva aktiiviliete sekoittuu esikäsiteltyyn jäteveteen ja biologinen puhdistus alkaa. Samanaikaisesti prosessisäiliössä käynnistyy nitrifikaatio. Ilmastuksen lopussa jäteveteen johdetaan saostuskemikaalia, joka sisältää ferrisulfaattia ja rikkihappoa (RAKE-FE Puhdistamokemikaali). Ilmastuksen päätyttyä alkaa selkeytysjakso. Tällöin aktiiviliete ja fosfori saostuvat säiliön pohjalle ja typen denitrifikaatio alkaa. (Raita Environment 2010.)

Selkeytysjakson jälkeen puhdistettu vesi pumpataan jälkisuodatuskenttään, jonka kautta vesi purkautuu läheiseen avo-ojaan. Prosessijakson lopussa osa ylijäämälietteestä pumpataan lietekoriin. Puhdistamo on varustettu automaattisilla toiminnoilla mahdollisten seisokitilanteiden varalta. Tällöin puhdistamo syöttää ilmaa prosessisäiliöön sekä pumppaa ravinteikasta vettä esikäsittelysäiliöstä prosessisäiliöön. (Raita Environment 2010.)

### **Mittausjärjestelyt**

Mittajärjestelyt toteutettiin tekemättä mitään rakenteellisia muutoksia itse puhdistamoon. Joka vaiheessa vedelle varmistettiin turvallinen ylivuotomahdollisuus, jos mittajärjestelmään tulisi käyttöhäiriö. Mittausperiaate on esitetty kuvassa 2. Mittakaavaan 1:50 laadittu piirustus kohteen mittausperiaatteesta löytyy liitteestä 1.

Esikäsittelysäiliön tulovesiputken päähän asennettiin veden keräysastia, jonka pohjalla oleva repijäpumppu nostaa käsittelemättömän jäteveden mitta-astiaan. Keräysastia rakennettiin 400 mm rumpuputkesta, jonka molempiin päihin kiinnitettiin kannet. Alapuolen kansi toimi astian pohjana ja yläpuolen kanteen tehtiin läpivienti putkea varten. Keräysastia tuettiin esikäsittelysäiliöön kahden 50 x 100 mm puun varaan. Repijäpumppuun kiinnitettiin 50 mm kurkkutorviputki, jota pitkin vesi siirtyy mittausastiaan. Repijäpumppu hienontaa jätevedessä olevan kiintoaineen, jotta mitta-astiaan tuleva vesi olisi mahdollisimman homogeenista. Mitta-astiana käytettiin kokonaistilavuudeltaan 700 l säiliötä. Säiliön alaosassa on venttiili, josta vesi voidaan tarvittaessa tyhjentää esikäsittelysäiliöön helposti.



Kuva 2. Kohteen mittausperiaate, 1. keräysastia, 2. nostopumppu, 3. mitta-astia, 4. sekoituspumppu, 5. jatkuvatoiminen mittalaite, 6. pinnankorkeusanturi.

Mitta-astiaan laitettiin samanlainen pumppu kuin keräysastiaan ja se ohjelmoitiin työ-tauko -releen avulla toimimaan viiden minuutin välein neljä sekuntia kerrallaan. Näin mitta-astia ei päässyt toimimaan laskeutusaltaana, jolloin kiintoaines laskeutuisi pohjalle, vaan veden laatu pysyi koko ajan mahdollisimman tasaisena. Pumppu ei myöskään päässyt toimimaan ilmastimena, koska se oli koko ajan veden pinnan alapuolella. Mitta-astia peitettiin kannella, jottei astiaan kerääntyisi sadevesiä tai ylimääräistä roskaa.

Mitta-astiasta käsittelemätön jätevesi purkautui ylivuotona 110 mm:n putkea pitkin takaisin esikäsittelysäiliöön. Jätevesi käy läpi puhdistamon prosessit normaalisti, jonka jälkeen käsitelty vesi nostetaan keräysastian ja pumpun avulla samanlaiseen mitta-astiaan kuin käsittelemättömän veden päässäkin. Erona tulevan pään järjestelyihin oli se, että käsitelty vesi johdettiin mitta-astian pohjalle. Astiassa ei myöskään ollut vettä sekoittavaa pumppua, vaan vesi sekoittuu tarpeeksi, kun se purkautetaan astian pohjalle. Mitta-astiasta vesi poistui ylivuotona suodatinkenttään ja edelleen avo-ojaan.

## 6.2 Uponor 7

Toinen seurattava puhdistamo sijaitsi Rymättylässä, jossa nelihenkisellä perheellä on käytössään Uponor 7 biologis-kemiallinen -panospuhdistamo. Vastaavaa puhdistamo on ennen valmistettu nimellä Upoclean 5. Kohteen puhdistamo (kuva 3.) on otettu käyttöön keväällä 2010. Kiinteistöllä asuu kaksi aikuista ja kaksi alle kouluikäistä lasta. Tutkimushetkellä toinen aikuisista kävi kodin ulkopuolella töissä. Puhdistamoon johdetaan kaikki kiinteistöllä syntyvät talousjätevedet. Tutkimusjakso kesti 29.6.–18.8.2010 välisen ajan, sisältäen kohteen pystyttämisen ja purkamisen. Mittadataa kerättiin vastaavasti kuin aiemmassa kohteessa.



Kuva 3. Uponor 7 -panospuhdistamo. Oikealla tutkimuksen mittajärjestelmä.

## **Puhdistamon toimintaperiaate**

Jäteveden esikäsittely tapahtuu saostussäiliöissä, joissa vesi pääsee siirtymään painovoimaisesti ensimmäisestä saostussäiliöstä toiseen. Prosessisäiliötä täytetään jälkimmäisestä saostussäiliöstä, kunnes puhdistusprosessin vakioitu aloitustaso (170 l) saavutetaan ja prosessi alkaa 100 minuutin pituisella ilmastuksella. Tämän jälkeen fosforinsaostuskemikaali sekoitetaan veteen lyhyen ilmastuksen aikana. Puhdistamossa käytetään saostuskemikaalina alumiinikloridiliuosta (Uponor saostuskemikaali). (Uponor 2010.)

Ilmastuksen jälkeinen laskeutumisjakso kestää noin tunnin. Tällöin liete kertyy prosessisäiliön pohjalle. Säiliön lietetaso pidetään vakiona, joten ylijäämaliete palautetaan ensimmäiseen saostussäiliöön. Valmistajan käsikirjan mukaan saostussäiliöihin kertyvää lietettä tulisi tyhjentää kaksi kertaa vuodessa. (Uponor 2010.) Tässä kohteessa käsitelty vesi johdetaan näytteenottokaivon kautta kivipesään ja siitä edelleen ojaan.

Uponor 7 -puhdistamo on varustettu ylläpitotoiminnalla, jonka tulisi varmistaa puhdistamon toiminta taukojen aikana. Jos prosessisäiliö ei täyty tarpeeksi kolmen päivän aikana, puhdistamo aloittaa prosessisäiliössä olevan jäteveden ilmastuksen, joka ylläpitää biologista prosessia. (Uponor 2010.)

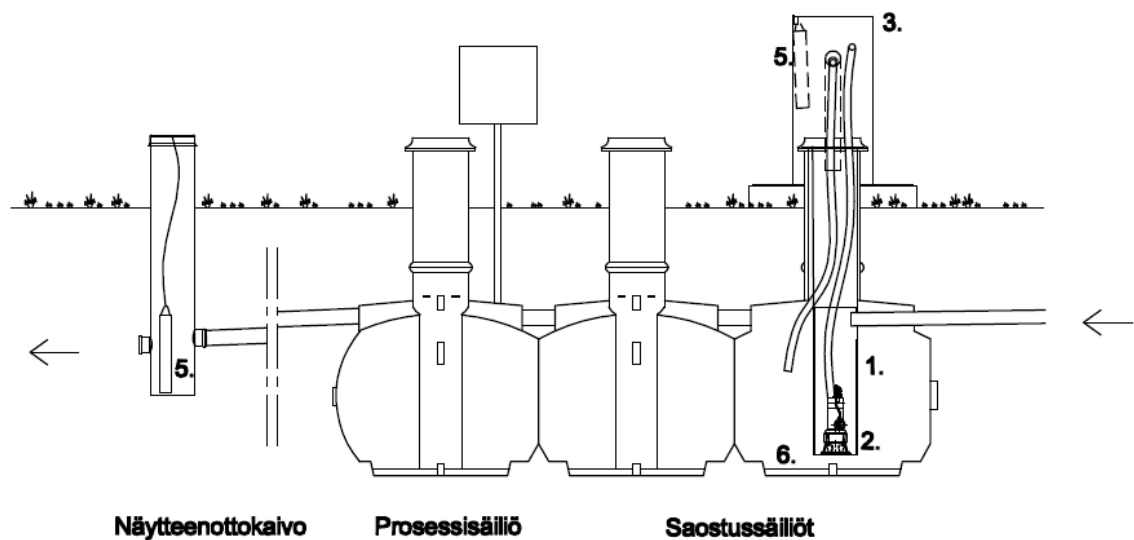
## **Mittausjärjestelyt**

Käsitlemättömän veden mittaaminen toteutettiin vastaavalla periaatteella kuin ensimmäisessä kohteessa ja käsitellyn veden mittaus tehtiin suoraan näytteenottokaivosta. Mittasysteemin osien kokoa jouduttiin muuttamaan, koska sama veden keräysastia ei olisi mahtunut saostussäiliöön sisälle. Itse puhdistamoon ei tehty mitään rakenteellisia muutoksia, lukuun ottamatta tuloputken päään lyhentämistä parilla sentillä. Lyhenemisellä ei ole merkitystä puhdistamon toiminnan kannalta. Mittausperiaate on esitetty kuvassa 4 ja mittakaavaan 1:50 laadittu piirustus löytyy liitteestä 2.

Käsitlemättömän jätevesi kerättiin pienempään, halkaisijaltaan 315 mm putkeen, jonka pohjalle laitettiin veden mittausastiaan nostava repijäpumppu.

Veden keräysastiaa varten rakennettiin saostussäiliön aukkoon kehikko, jonka varaan keräysastia laskettiin roikkumaan liinojen avulla. Pumppuun kiinnitettiin oma liina, jotta pumpun vippaa pystyy käyttämään myös käsin ja pumpun nostaminen ylös kaivosta on mahdollista.

Mitta-astiaksi otettiin pienempi kokonaistilavuudeltaan 275 litran astia ja sinne sijoitettiin ajoittain sekoittava pumppu, kuten edellisessäkin kohteessa. Vesi palautuu takaisin saostussäiliöön ylivuotona mitta-astian sisäpuolelle kootun 110 mm T-haara -putken kautta. Putken ansiosta vesi ei pääse palautumaan mitta-astian pinnasta saman tien saostussäiliöön, vaan se kiertää paremmin mitta-astiassa. T-haaran yläpää jätettiin avonaiseksi, jottei putki pääse toimimaan lappona.



Kuva 4. Kohteen mittausperiaate, 1. keräysastia, 2. nostopumppu, 3. mitta-astia ja sekoituspumppu, 5. jatkuvatoimiva mittalaite, 6. pinnankorkeusanturi.

Kiinteistöllä ei ollut vesimittaria, joten puhdistamoon tulleen veden määrää seurattiin puhdistamon panoslaskurin perusteella olettaen, että puhdistamo tekee joka kerta 170 litran kokoisen panoksen, kuten laitevalmistajan tiedoissa on ilmoitettu. Panoslaskurin lukema kirjattiin ylös tutkimusjakson alussa ja lopussa ja näin pystyttiin laskemaan kohteen vedenkulutus.

### 6.3 Biolan Trio

Kolmas tutkimuskohde sijaitsi Maskussa, jossa viisihenkisellä perheellä on käytössään jatkuvatoiminen pienpuhdistamo Biolan Trio. Kiinteistön puhdistamo (kuva 5.) on otettu käyttöön marraskuussa 2009. Kiinteistöllä asuu kaksi työssä käyvää aikuista ja kolme kouluikäistä lasta. Puhdistamoon johdetaan kiinteistöllä syntyvät talousjätevedet. Tutkimusjakso kesti kuusi viikkoa aikavälillä 23.8.2010–4.10.2010. Mittadataa kerättiin kohteessa kuten edellisessä paikassa ja veden kulutus saatiin suoraan vesimittarista. Puhdistamolle tehtiin lietteentyhjennys juuri ennen mittausjakson alkua.



Kuva 5. Biolan Trio -jatkuvatoiminen pienpuhdistamo sekä tutkimuksen mittastia.

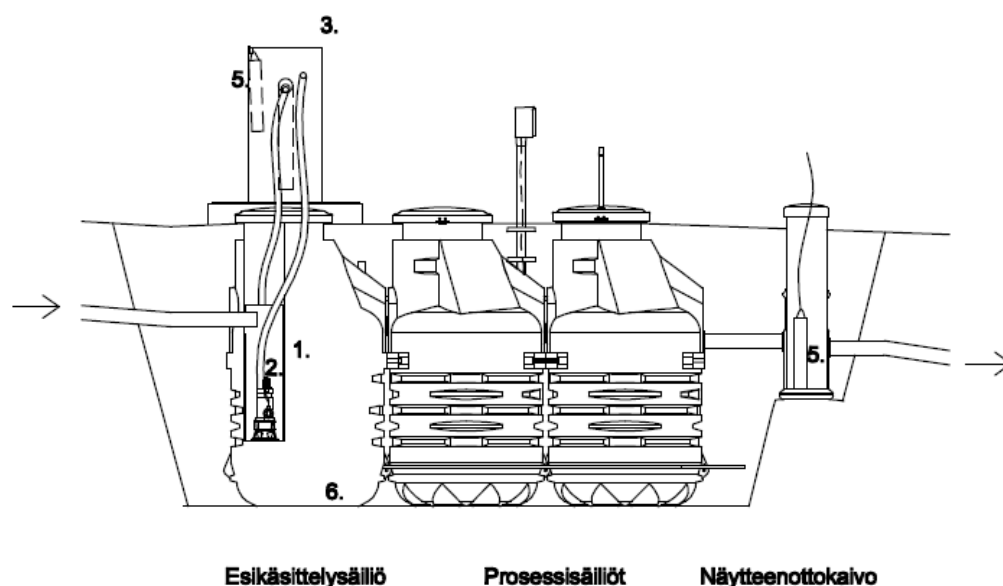
#### **Puhdistamon toimintaperiaate**

Jäteveden puhdistusprosessi alkaa esikäsittelyllä ensimmäisessä säiliössä, joka toimii saostussäiliönä. Vesi virtaa saostussäiliöstä painovoimaisesti toiseen säiliöön, jossa puhdistus jatkuu aktiivilietteen ja ilmastuksen avulla. Ilmastus on käynnissä jatkuvasti, paitsi kello 22–04, jolloin säiliössä on hapeton vaihe. Aktiiviliete erottuu poistuvasta vedestä erillisessä selkeyttimessä, jonka läpi vesi virtaa siirtyessään kolmanteen säiliöön. Vesi poistuu kolmanteen säiliöön sitä mukaa, kun toiseen säiliöön tulee korvaavaa vettä. Laskeutunut aktiiviliete jää ilmastussäiliöön. (Biolan 2010.)

Kolmanteen kaivoon siirtyessä vesi kerääntyy ensin pumppuastiaan, josta se pumpataan annoksina sekoitusastiaan samalla fosforin saostuskemikaalia lisäten. Puhdistamossa käytetään kemikaalina polyalumiinikloridia (Biolan Saostuskemikaali). Täältä sekoittunut vesi johdetaan käsittelysäiliöön, jossa saostunut fosfori painuu säiliön pohjalle lietteeksi. Selkeytynyt vesi purkautuu näytteenottokaivoon ja läheiseen avo-ojaan. Ylimääräistä lietettä pumpataan kaksi kertaa vuorokaudessa takaisin saostussäiliöön. Valmistajan mukaan puhdistamon toimintaan ei pitäisi vaikuttaa muutamien viikkojen käyttötauot. Liette tulisi poistaa vähintään kuuden kuukauden välein niin, että ensimmäinen ja kolmas säiliö sekä näytteenottokaivo tyhjenetään kokonaan ja toinen säiliö jätetään puolilleen lietettä. (Biolan 2010.)

### Mittausjärjestelyt

Mittausperiaate on esitetty kuvassa 6 ja mittakaavaan 1:50 laadittu piirustus löytyy liitteestä 3. Mittajärjestely pystyttiin siirtämään sellaisenaan Maskun kohteeseen. Vain jäteveden tuloputkea pidennettiin jatkoksella, keräysastian pohja vaihdettiin uuteen ja mitta-astiaan tehtiin uusi tiiviimpi kansi eristelevystä.



Kuva 6. Kohteen mittausperiaate, 1. keräysastia, 2. nostopumppu, 3. mitta-astia ja sekoituspumppu, 4. jatkuvatoiminen mittalaite, 5. pinnankorkeusanturi.



#### 6.4 Talokaivo, Biosetti 5

Neljäs seurantajakso suoritettiin Pöytyällä, jossa kahden hengen taloudella on käytössään Talokaivo Oy:n valmistama Biosetti 5 -panospuhdistamo. Kiinteistön puhdistamo (kuva 7.) on otettu käyttöön kesäkuussa 2010. Kiinteistöllä asuu kaksi aikuista, joista toinen kävi tutkimusjakson aikana kodin ulkopuolella töissä. Puhdistamoon johdetaan kiinteistöllä syntyvät talousjätevedet. Tutkimusjakso kesti kuusi viikkoa aikavälillä 27.10.2010–9.12.2010. Tämän jälkeen tutkimusaikaa pidennettiin 17.1.2011 asti jatkuvatoimisilla mittalaitteilla tehtävän kokeilun ja puhdistamon fosforinpoisto-ongelmien takia. Mittadataa kerättiin kohteessa kuten edellisissäkin kohteissa.



Kuva 7. Biosetti 5 -panospuhdistamo vasemmalla ja mitta-astia oikealla.

#### **Puhdistamon toimintaperiaate**

Puhdistamo koostuu yhdestä säiliöstä, joka on jaettu väliseinällä kahteen osastoon. Jäteveden puhdistusprosessi alkaa saostustilassa, josta vettä siirretään pumpulla prosessiosastoon kahden tunnin välein. Osastossa olevaa vettä ilmastetaan ajoittain, kunnes puhdistusprosessin vaatima vesimäärä on saavutettu ja ilmastusvaihe alkaa. Vaiheen aikana jätevettä ilmastetaan ja sekoitetaan määrätyin väliajoin. Denitrifikaation aikana siis ilmastin sekoittaa, mutta ei ilmasta vettä. Ilmastus- ja taukoajat ovat säädettävissä. Ilmastusvaiheen aikana, noin kahden tunnin kulutta prosessin alkamisesta,

syötetään veteen polyalumiinikloridikemikaalia (Kemwater PAX-18) saostamaan fosforia. (Talokaivo Oy 2010.)

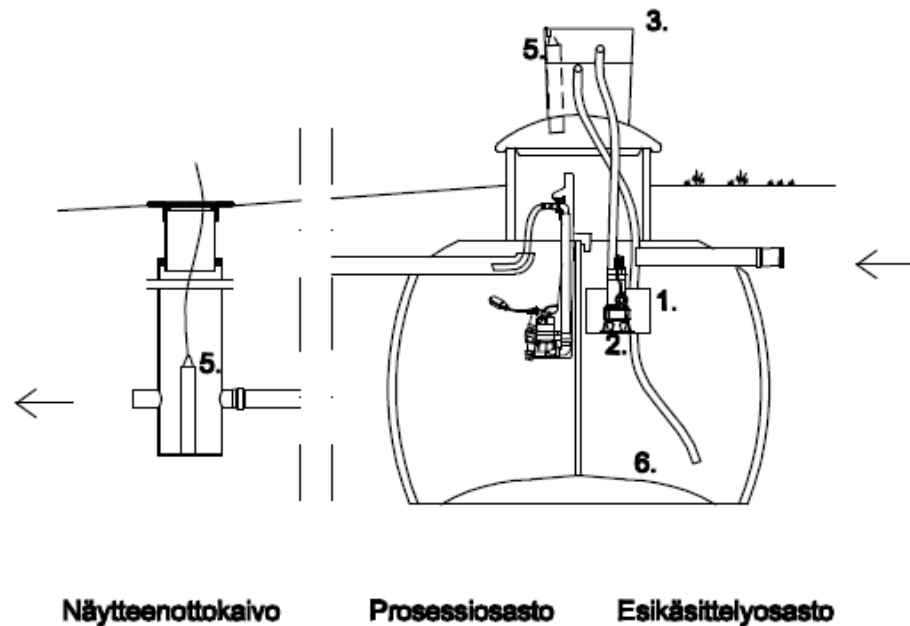
Ilmastusvaiheen päätyttyä lietteen laskeutusvaihe alkaa, jonka jälkeen kirkastunut vesi voidaan poistaa pumpulla. Yhden panoksen käsittelyyn kuluu noin kahdeksan tuntia, mutta valmistajan mukaan puhdistusvaiheiden ajat ovat mallikohtaisia. Ylimääräinen aktiiviliete siirretään saostusosaan, josta se poistetaan lietetyhjennyksen yhteydessä. Valmistaja suosittaa lietteenpoistoa noin kaksi kertaa vuodessa. (Talokaivo Oy 2010.)

Puhdistamon ohjaus tapahtuu elektronisesti ja valmistajan mukaan sitä voidaan säätää kulloistenkin tarpeiden mukaisesti. Lyhytaikaisen yli- tai alikuormituksen yhteydessä asetuksia ei tarvitse muuttaa. Jos puhdistamoon ei tule jätevettä neljään tuntiin, järjestelmä siirtyy automaattisesti säästötoimintaan, kunnes normaali kuormitus taas alkaa. (Talokaivo Oy 2010) Kohteen ohjausyksikkö on sijoitettu suojakaappiin, joka on kiinnitetty asuinrakennuksen ulkoseinälle lähelle puhdistamoa.

### **Mittausjärjestelyt**

Mittajärjestely piti rakentaa kohteeseen uudestaan, koska veden keräysastia ei mahtunut puhdistamon ensimmäiseen osastoon. Mittausperiaate haluttiin pitää samanlaisena kuin aikaisemmissa kohteissa. Kiinteistön tuottama jätevesimäärä oletettiin aikaisempia kohteita pienempi, joten osien kokoa voitiin pienentää. Mittausperiaate on esitetty kuvassa 8. Mittakaavaan 1:50 laadittu piirustus kohteen mittausperiaatteesta löytyy liitteestä 4.

Keräysastiaksi hankittiin 28 litran ämpäri, johon veden nostava repijäpumppu kiinnitettiin. Keräysastiaan kiinnitettiin roikkumaan liinoilla ja koukuilla säiliön suuaukolle. Puhdistamon tuloputken T-haara poistettiin, jotta keräysastia saatiin asennettua paikalleen. Haaran poistolla ei ole vaikutusta puhdistamon toimintaan.



Kuva 8. Kohteen mittausperiaate, 1. keräysastia, 2. nostopumppu, 3. mitta-astia ja sekoituspumppu, 5. jatkuvatoiminen mittalaite, 6. pinnankorkeusanturi.

Mitta-astiaksi hankittiin kokonaistilavuudeltaan 166 litran saavi, johon jätevesi tulee astiaan 50 mm kurkkutorviletkaa pitkin. Mitta-astian sekoituspumpuksi vaihdettiin pienempitehoisempi pumppu ja sen sekoitusaikaa vähennettiin edellisestä kohteesta, koska sekoitettava vesimääräkin pienentyi. Pumppu ei päässyt ilmastamaan käsittelemätöntä jätevettä, koska se sijaitsi koko ajan veden pinnan alapuolella. Mitta-astiasta vesi poistuu ylivuotona 50 mm viemäriputkesta rakennetun T-haaran kautta, kurkkutorviletkaa pitkin takaisin saostusosastoon. Tämän jälkeen vesi käy läpi normaalin puhdistusprosessin.

Vedenkulutustieto kerättiin vesimittarista, jonka lukemat kirjattiin ylös tutkimusjakson alussa ja lopussa. Vedenkulutus on laskettu 27.10.2010–27.1.2011 välisen ajan mittarilukemista. Tämä aika on tutkimusaikaa 10 vuorokautta pidempi.

## 7 PUHDISTUSTEHO

### 7.1 Puhdistustehon määrittäminen

Puhdistamoiden puhdistusteho lasketaan kuormituksen vähenemisenä. Puhdistamolta lähtevän kuormituksen eli ympäristökuormituksen arvoa verrataan puhdistamolle tulevaan kuormitukseen. Kuormituksen väheneminen lasketaan käyttämällä jätevesiasetuksessa määritellyjä kuormituslukuja, koska käsittelemättömän jäteveden kuormituksen määrittäminen on osoittautunut epätarkaksi ja hankalaksi. Prosentuaalinen vähenemä eli reduktio saadaan siis käyttämällä kaavaa

$$\frac{\text{tuleva kuormitus} - \text{ympäristökuormitus}}{\text{tuleva kuormitus}} * 100 \, \%.$$

#### Puhdistamolle tuleva kuormitus

Puhdistamolle tuleva kuormitus lasketaan käyttämällä haja-asutuksen kuormituslukuja (BOD7 50 g/as/vrk, P<sub>tot</sub> 2,2 g/as/vrk, N<sub>tot</sub> 14 g/as/vrk), jos jätevesi koostuu kaikista kotitalouden jätevesistä, kuten kaikissa tämän seurannan kohteissa. Muissa tapauksissa käytetään jätevesiasetuksen liitteestä 1 löytyvän taulukon 1 arvoja. Koska puhdistustehoa on tarkoitus käsitellä talouskohtaisesti, kerrotaan tuleva kuormitus kiinteistön asukkaiden määrällä.

#### Ympäristökuormitus

Jätevesiasetuksessa on määritelty suurin sallittu puhdistamolta ympäristöön johtuva kuormitus (normaalivaatimuksena BOD7 10 g/as/vrk, P<sub>tot</sub> 0,66 g/as/vrk, N<sub>tot</sub> 9,8 g/as/vrk). Ympäristökuormitus lasketaan käsitellyn jäteveden näytteen pitoisuuden avulla. Tämän lisäksi täytyy tietää kiinteistön vedenkulutus asukasta kohden. Jäteveden pitoisuusarvo (mg/l) kerrotaan vedenkulutuksella ja näin saadaan ympäristöön pääsevä kuormitus (g/as/vrk). Talouskohtainen ympäristöön johtuva kuormitus saadaan kertomalla näytteen pitoisuus (mg/l) koko talouden vedenkulutuksella. (Kujala-Räty ym. 2008, 60.)

## Vedenkulutus

Tutkimuskohteissa kulutetun veden määrää voidaan käyttää puhdistamoille johdetun talousjäteveden määränä. Kohteiden vedenkulutustiedot on koottu yhteenvedoksi taulukkoon 2. Puhdistustehoa arvioitaessa käytetään talouskohtaista vedenkulutusta. Vedenkulutuksen vaikuttavat asiat on koottu viimeiseen sarakkeeseen, joka tulee huomioida arvioitaessa kohteiden vedenkäyttötottumuksia.

Taulukko 2. Puhdistamoille johdetun talousjäteveden määrä ja mittaustapa.

Kohde	As	l/talous/d	l/as/d	Mittaustapa	Huom!
<b>Raita</b>	5	402	80	Pinnankorkeusanturi	Saunavesiä ei johdeta puhdistamoon
<b>Pa2multi</b>					
<b>Uponor 7</b>	4	479	120	Panoslaskuri	
<b>Biolan Trio</b>	5	372	74	Vesimittari	
<b>Biosetti 5</b>	2	250	125	Vesimittari	Mittarin lukema 10 vrk jaksoa pidemmältä ajalta

### 7.2 Raita Environment Pa2 multi

Näytteiden kerääminen aloitettiin 26.5.2010, josta lähtien näytteitä kerättiin kolmesti viikossa. Käsittelemättömästä jätevedestä näytteitä otettiin 10 kappaletta ja käsitellystä vedestä kahdeksan kappaletta. Näytteiden laboratoriossa analysoidut tulokset on esitetty liitteessä 1.

### Puhdistusteho

Puhdistamolta ympäristöön johtuva talouskohtainen kuormitus ja puhdistusteho on koottu jokaiselta jakson näytteenotokerralta taulukkoon 3. Punaisella merkitty reduktio ei täytä nykyisen asetuksen vaatimuksia. Kohteen puhdistamo täyttää asetuksen puhdistusvaatimukset viimeiseen näytteenotokertaan asti. Verrattaessa saatuja tuloksia asetuksen tiukempiin vaatimuksiin, puhdistamo täyttäisi nekin lukuun ottamatta viimeistä fosforinpoiston tulosta.

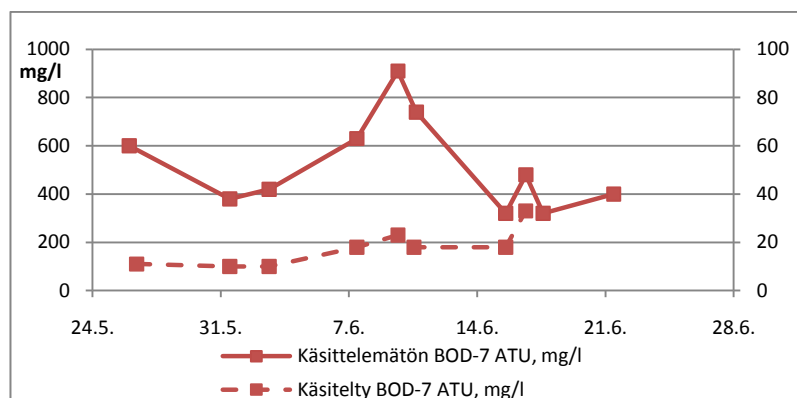
Taulukko 3. Raita Environment PA2multi, talouskohtainen jätevesikuormitus, ympäristökuormitus ja puhdistusteho.

Pvm	Käsittelmätön BOD7 g/talous/d	Käsitelty BOD7 g/talous/d	Reduktio BOD7 %	Käsittelmätön Ptot g/talous/d	Käsitelty Ptot g/talous/d	Reduktio Ptot %	Käsittelmätön Ntot g/talous/d	Käsitelty Ntot g/talous/d	Reduktio Ntot %
26.5.10	250	4,4	98	11	1,1	90	70	30	57
31.5.10	250	4,0	98	11	0,7	93	70	16	77
2.6.10	250	4,0	98	11	0,6	95	70	15	79
7.6.10	250	7,2	97	11	1,2	89	70	19	73
9.6.10	250	9,2	96	11	1,5	87	70	25	64
10.6.10	250	7,2	97	11	1,3	88	70	25	64
15.6.10	250	7,2	97	11	1,1	90	70	27	61
16.6.10	250	13	95	11	4,4	60	70	30	57

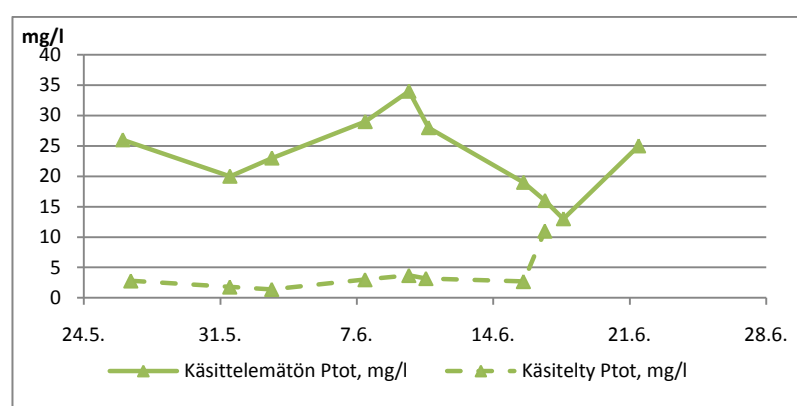
Puhdistustehon heikkenemiseen vaikutti etenkin puolillaan olleen kemikaalisäiliön tyhjentyminen prosessiin seurantajakson lopulla. Sen vaikutus käsitellyn jäteveden analyysituloksiin voidaan nähdä 15.–16.6. otetuista käsitellyn jäteveden näytteistä (liite 1). Kemikaalin pH-arvo oli niin alhainen, että puhdistamon prosessin teho heikkeni etenkin fosforinpoiston osalta 16.6. alkaen. Ennen kemikaaliastian tyhjentymistä puhdistamon lietekori oli täyttynyt ja tämän seurauksena lietettä oli päässyt karkaamaan käsitellyn veden mittastiaan. Tästä syystä puhdistusteho on heikentynyt hieman jo ennen kemikaalin tyhjentymistä täyttäen kuitenkin puhdistusvaatimukset.

### Kuormituksen vaihtelu

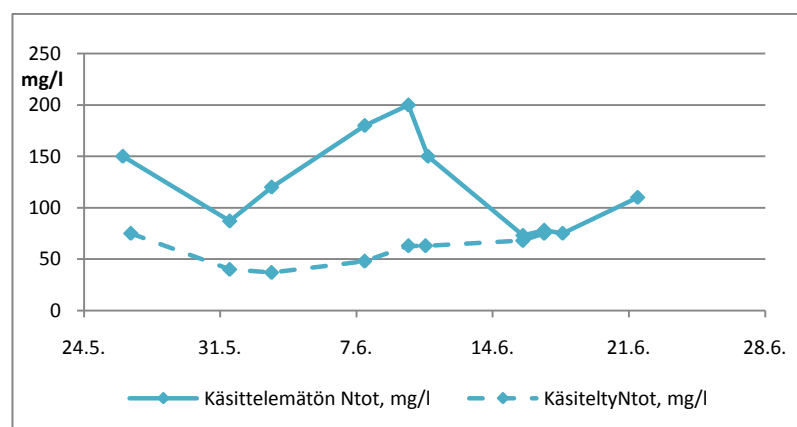
Kuvioissa 3–5 on esitetty käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden orgaanisen aineen, fosforin ja typen pitoisuudet seurantajakson ajalta. Samana päivänä otettujen näytteiden pitoisuuksia käsittelemättömästä ja käsitellystä jätevedestä ei voi verrata keskenään, sillä veden viipymä prosessissa on yleensä vähintään vuorokauden. Puhdistamosta on lisäksi mahdotonta saada näyte ”samasta” vedestä ennen ja jälkeen prosessin.



Kuvio 3. Raita Environment Pa2 multi, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet biologisen hapenkulutuksen osalta.



Kuvio 4. Raita Environment Pa2 multi, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaifosforin osalta.



Kuvio 5. Raita Environment Pa2 multi, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaistypen osalta.

Käsitlemättömän ja käsitellyn veden välillä voidaan silti havaita samansuuntaista pitoisuuksien vaihtelua. Kun käsitlemättömän veden pitoisuus on kasvanut tai laskenut on käsitellyn veden pitoisuudessa samanlainen muutos havaittavissa. Käsitellyn veden pitoisuuksissa vaihtelu on kuitenkin huomattavasti pienempää. Tästä voidaan päätellä, että puhdistusprosessiin ei vaikuta juurikaan käsitlemättömän jäteveden kuormitusvaihtelut ja ympäristöön johtuvan kuormituksen vaihtelu on vähäisempää kuin puhdistamoon tulevan kuormituksen vaihtelu. Varsinaisessa häiriötilanteessa, eli kemikaalin tyhjentymisen yhteydessä pitoisuudet kuitenkin nousivat nopeasti myös käsitlemättömässä jätevedessä.

Käsitlemättömän jäteveden mittaus olisi pitänyt toteuttaa käyttämällä T-haaraa veden pois johtamiseksi mitta-astiasta, koska osa vedestä on voinut virrata pinnan kautta suoraan puhdistamon esikäsittelysäiliöön. Tämän takia kaikki vesi ei välttämättä ole sekoittunut kunnolla mitta-astiassa, eikä sitä olla saatu mitattua. Käsitellyn jäteveden kokoomanäytettä voidaan pitää luotettavampana, koska vesi tuli astian pohjalle ja poistui pinnalta ja astiaan mahtui suurempi määrä vettä kuin perinteiseen näytteenottoakaivoon.

Käsitlemättömän jäteveden mittauspäässä oli ongelmana myös se, että suuria määriä vettä johdettaessa vesi oli kiertänyt puhdistamon esikäsittelysäiliöstä takaisin keräysastiaan ylivuotoreiän kautta ja pumppautunut takaisin mitta-astiaan. Näytteenottoon veden kiertäminen ei vaikuttanut, koska mitta-astian vesi ehti vaihtua kokonaan tapahtuman jälkeen, ennen kuin käsitlemättömästä vedestä otettiin näyte.

### 7.3 Uponor 7

Näytteiden kerääminen aloitettiin 1.7.2010, josta lähtien vesinäytteitä kerättiin kolmesti viikossa. Tutkimusjakson aikana käsitlemättömästä jätevedestä näytteitä otettiin 20 kappaletta ja käsitellystä vedestä 23 kappaletta. Kohteessa otettujen näytteiden laboratoriossa analysoidut tulokset on esitetty liitteessä 1. Käsitlemättömästä vedestä jäi 29.7. näyte ottamatta, koska keräysastian nostopumpun letku oli irronnut, eikä vesi mitta-astiassa ollut vaihtunut. Vika



korjattiin ja näytteenotto jatkui tämän jälkeen normaalisti. Käsittelystä vedestä saatiin 14.7. otettua näytteet näytteenottokaivossa jo olleesta vedestä ja heti perään prosessin purkuvedestä.

### Puhdistusteho

Puhdistamolta ympäristöön johtuva talouskohtainen kuormitus ja puhdistusteho on koottu jokaiselta jakson näytteenottokerralta taulukkoon 5. Punaisella merkitty reduktio ei täytä nykyisen asetuksen vaatimuksia. Kohteen puhdistamo on toiminut vaatimusten täyttämällä tavalla seurantajakson puoleen väliin asti, jonka jälkeen puhdistusteho on romahtanut kaikkien parametrien osalta. Käsitellyn jäteveden biologisen hapenkulutuksen, fosforin ja typen laboratorioanalyysien pitoisuuksissa on havaittavissa nousua 20.7. alkaen. Seurantajakson loppua kohden puhdistustulokset ovat alkaneet jälleen parantua.

Taulukko 4. Uponor 7, talouskohtainen jätevesikuormitus, ympäristökuormitus ja puhdistusteho.

Pvm	Käsittelemätön BOD7 g/talous/d	Käsitelty BOD7 g/talous/d	Reduktio BOD7 %	Käsittelemätön Ptot g/talous/d	Käsitelty Ptot g/talous/d	Reduktio Ptot %	Käsittelemätön Ntot g/talous/d	Käsitelty Ntot g/talous/d	Reduktio Ntot %
1.7.10	200	5,8	97	8,8	0,6	93	56	27	52
5.7.10	200	14	93	8,8	1,2	87	56	31	45
7.7.10	200	4,2	98	8,8	0,8	91	56	26	53
8.7.10	200	4,8	98	8,8	0,9	90	56	29	49
12.7.10	200	8,6	96	8,8	0,8	91	56	25	55
14.7.10	200	8,6	96	8,8	1,2	86	56	26	53
14.7.10	200	7,2	96	8,8	1,2	86	56	27	52
15.7.10	200	8,2	96	8,8	1,2	86	56	26	53
19.7.10	200	8,2	96	8,8	1,4	84	56	28	49
20.7.10	200	25	88	8,8	2,0	78	56	34	39
21.7.10	200	27	87	8,8	2,5	72	56	36	35
26.7.10	200	27	86	8,8	2,8	68	56	35	37
27.7.10	200	53	74	8,8	2,5	72	56	36	37
29.7.10	200	58	71	8,8	2,6	71	56	40	28
2.8.10	200	48	76	8,8	3,2	63	56	36	35
5.8.10	200	62	69	8,8	4,8	45	56	40	29
6.8.10	200	110	45	8,8	5,3	40	56	40	28
9.8.10	200	62	69	8,8	4,8	45	56	38	32
10.8.10	200	53	74	8,8	5,3	40	56	35	37
11.8.10	200	58	71	8,8	5,3	40	56	38	31
16.8.10	200	26	87	8,8	3,4	61	56	34	39
17.8.10	200	26	87	8,8	3,6	59	56	32	43
18.8.10	200	28	86	8,8	4,1	54	56	34	40

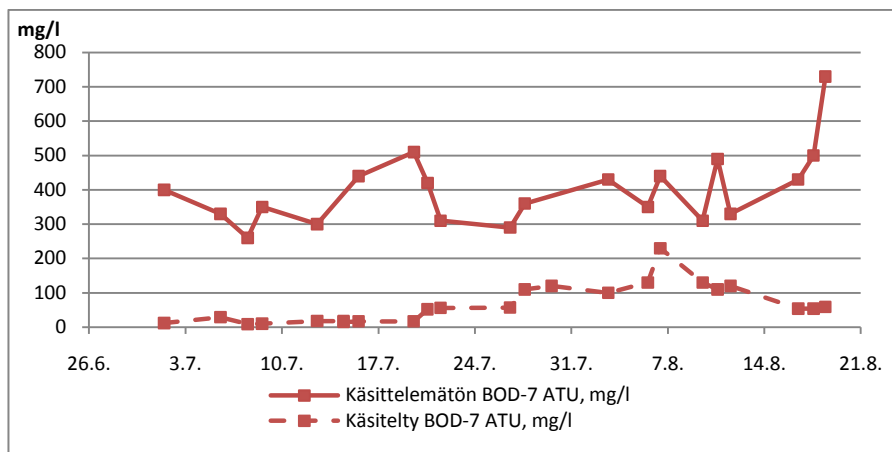
Ennen häiriötä puhdistamo täytti myös asetuksen tiukennetut vaatimukset. Toimintahäiriö alkaa noin viikkoa aiemmin tiukennettuihin vaatimuksiin verrattaessa, mutta kun häiriö on ilmennyt, puhdistamon tulokset ovat niin huonoja, etteivät mitkään asetuksen vaatimuksista täyty. Myös palautuminen on hitaampaa tiukennettujen vaatimusten perusteella toimintaa arvioitaessa.

Puhdistamo ei ilmoittanut missään vaiheessa toimintahäiriöstä ja päällisin puolin kaikki näytti olevan kunnossa. Näytteenottoaivon vedessä esiintyi joillakin näytteenottokerroilla hajua. Puhdistamon käyttäjät eivät olleet huomanneet mitään tavallisuudesta poikkeavaa puhdistamon toiminnassa. Ainoa muutos, joka talouden käyttötottumuksissa ilmeni, oli konetiskiaineen vaihtaminen. Varmuudella ei kuitenkaan voida sanoa, mikä aiheutti puhdistamolla tulosten heikkenemisen tutkimusjakson puolella välissä. Heikkenemisestä huolimatta prosessi alkoi palautua jakson loppua kohden.

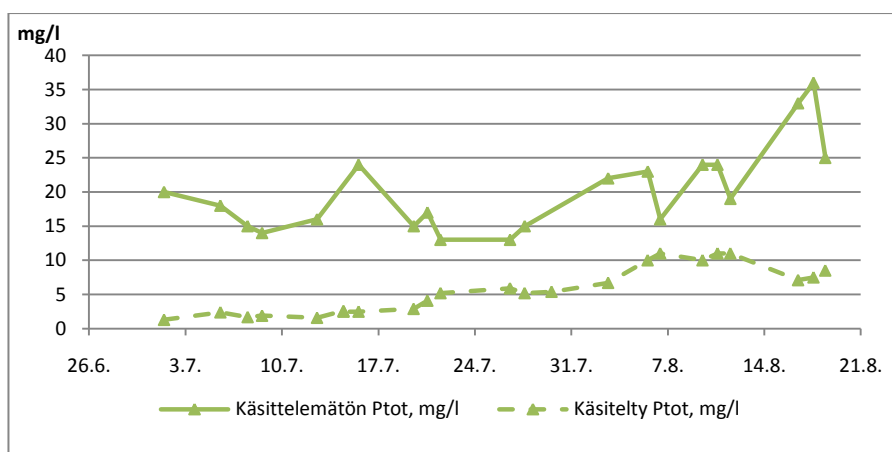
Häiriön selvittämiseksi puhdistamon prosessisäiliöstä otettiin laskeutuskoe 29.7. Lietekokeen perusteella voitiin todeta, että aktiiviliete oli kunnossa, eikä sitä ollut kertynyt liikaa prosessisäiliöön. Lietettä laskeutui 1l astian pohjalle noin 1,5 dl 30 minuutin laskeuttamisen aikana. Puhdistamon valmistajan ohjeiden mukaisilla tarkkailutoimenpiteillä häiriö olisi luultavasti jäänyt toteamatta. Ohjekirjassa ei myöskään anneta ohjeita tavallisten kodissa käytettävien pesu-ym. aineiden käytöstä, vaan ainoastaan varoitetaan johtamasta puhdistamoon muita myrkyllisiä aineita. (Uponor 2010.)

### **Kuormituksen vaihtelu**

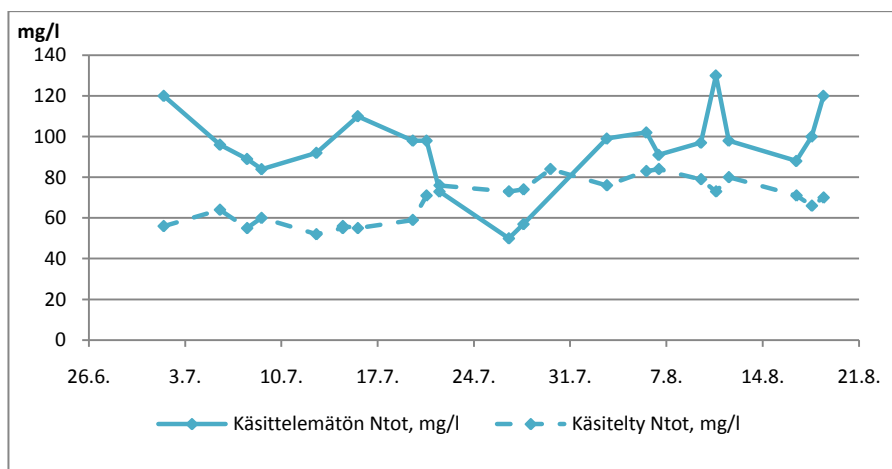
Myös kuvioista 6–8 nähdään käsittelemättömän jäteveden orgaanisen aineen, fosforin ja typen pitoisuuksien kasvu. Ilmenneen häiriön takia ei voida vetää johtopäätöksiä siitä, onko käsittelemättömän jäteveden pitoisuuksien vaihtelulla ollut vaikutusta käsitellyn veden pitoisuuksiin, sillä itse puhdistusprosessin toiminta on häiriön jälkeen ollut muutenkin vaihtelevaa.



Kuvio 6. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet biologisen hapenkulutuksen osalta.



Kuvio 7. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaisfosforin osalta.



Kuvio 8. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaisfosforin osalta.

#### 7.4 Biolan Trio

Näytteiden kerääminen aloitettiin 24.8.2010, josta lähtien näytteitä kerättiin 2–3 päivänä viikossa. Näytteitä otettiin 17 kappaletta molemmista näytteenottokohdista. Näytteiden laboratoriossa analysoidut tulokset on esitetty liitteessä 1. Käsitelystä jätevedestä otettiin ylimääräinen näyte ennen varsinaisen tutkimusjakson alkua 18.8., koska puhdistamolla suoritettiin lietteen tyhjennys ennen seurantajakson alkua. Käsitellyn jäteveden pH on korkeampi ennen tyhjennystä kuin sen jälkeen. Kokonaistypen ja -fosforin pitoisuudet ovat mittaussjakson tuloksia alhaisemmat. Lietteen tyhjennyksellä on tässä tapauksessa voinut olla vaikutusta puhdistamon toimintaan, mutta ei kuitenkaan merkittävästi, sillä toiminta on jatkunut hyvin tyhjennyksen jälkeenkin.

#### **Puhdistusteho**

Puhdistamolta ympäristöön johtuva talouskohtainen kuormitus ja puhdistusteho on koottu jokaiselta jakson näytteenottokerralta taulukkoon 7. Puhdistamo on toiminut koko seurantajakson ajan hyvin, kuten taulukon 7 vihreällä merkatuista tuloksista nähdään. Kaikilla näytekerroilla puhdistamon toiminta on ollut asetuksen puhdistustehot täyttävää. Puhdistamo täyttää helposti myös asetuksen tiukennetut vaatimukset.

Kohteen käsitellyn jäteveden pH-arvot ovat selvästi alhaisemmat kuin aiemmissa kohteissa (liite 1). Laitos kalkittiin 16.9., jonka avulla pH-arvo saatiin nostettua 6,6:een, mutta noin viikossa arvo oli palautunut entiselleen. Käsitellyn jäteveden tyyppistä osa on nitraatti -muodossa, josta voidaan päätellä laitoksen nitrifikaation toimivan. Tämä voi olla selitys myös puhdistamon alhaiselle pH-arvolle. Alhaisen pH:n vaarana on, että se heikentää puhdistusprosessin toimintaa, mikäli arvo laskee liian alas. Jos pH:n haluaisi pitää tasaisesti korkeampana, tulisi puhdistamoa kalkita säännöllisesti.

Sama puhdistamo kuuluu myös Valonian näytteenotto seurannan piiriin. Valonian näytteenottaja käy ottamassa käsitelystä jätevedestä näytteen noin 5 kertaa vuodessa. Tähän mennessä näytteitä on otettu kuudesti ja niiden perusteella laskettu puhdistusteho vastaa hyvin tällä seurantajaksolla saatuja

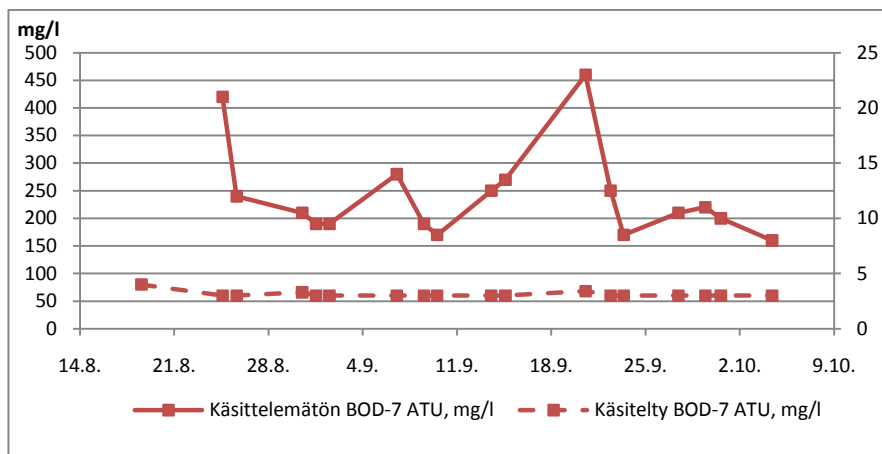
tuloksia. Niidenkin mukaan puhdistamo on toiminut jatkuvasti asetusten vaatimalla tavalla. Valonian seurannassa kiinteistön vedenkulutus on todettu olevan 92 l/as/vrk. (Valonia 2011a.)

Taulukko 5. Biolan Trio, talouskohtainen jätevesikuormitus, ympäristökuormitus ja puhdistusteho.

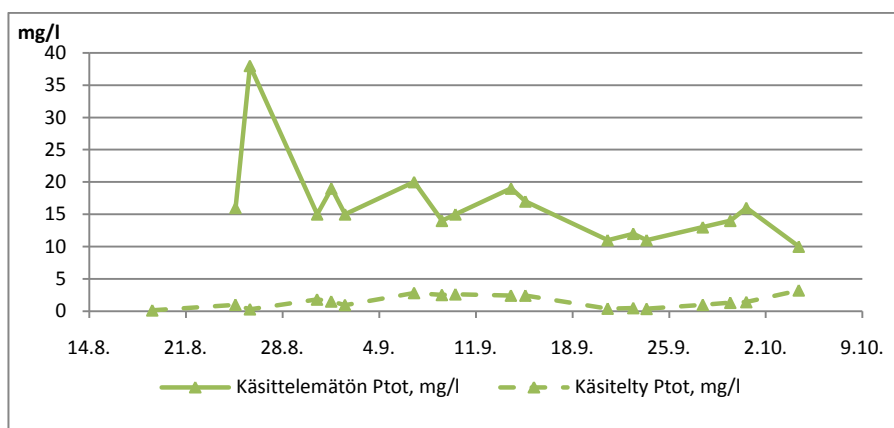
Pvm	Käsittelmätön BOD7 g/talous/d	Käsitelty BOD7 g/talous/d	Reduktio BOD7 %	Käsittelmätön Ptot g/talous/d	Käsitelty Ptot g/talous/d	Reduktio Ptot %	Käsittelmätön Ntot g/talous/d	Käsitelty Ntot g/talous/d	Reduktio Ntot %
24.8.10	250	1,1	100	11	0,4	97	70	22	68
25.8.10	250	1,1	100	11	0,1	99	70	21	69
30.8.10	250	1,2	100	11	0,7	94	70	23	67
31.8.10	250	1,1	100	11	0,6	95	70	24	66
1.9.10	250	1,1	100	11	0,4	97	70	21	70
6.9.10	250	1,1	100	11	1,0	91	70	22	69
8.9.10	250	1,1	100	11	0,9	92	70	23	68
9.9.10	250	1,1	100	11	1,0	91	70	23	67
13.9.10	250	1,1	100	11	0,9	92	70	27	61
14.9.10	250	1,1	100	11	0,9	92	70	27	61
20.9.10	250	1,3	99	11	0,1	99	70	26	62
22.9.10	250	1,1	100	11	0,2	98	70	26	64
23.9.10	250	1,1	100	11	0,1	99	70	24	66
27.9.10	250	1,1	100	11	0,4	97	70	26	62
29.9.10	250	1,1	100	11	0,5	96	70	25	65
30.9.10	250	1,1	100	11	0,5	95	70	24	65
4.10.10	250	1,1	100	11	1,2	89	70	30	57

### Kuormituksen vaihtelu

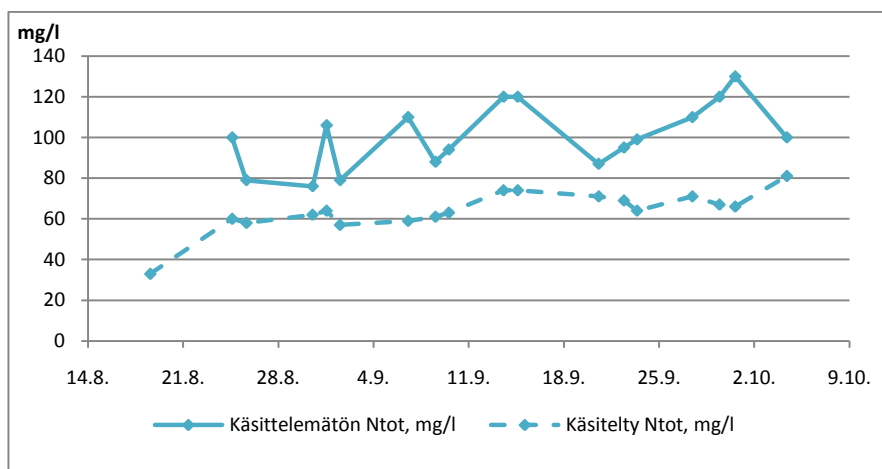
Kuvioista 9–11 voidaan seurata käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden orgaanisen aineen, fosforin ja typen pitoisuuksia. Fosforin kohdalla kalkitseminen näkyy käsitellyn jäteveden pitoisuuksien laskuna, mutta kuten kuvioista 10 nähdään, pitoisuus on palannut kalkitsemista edeltävälle tasolle. Orgaanisen aineen kohdalla kalkitsemista ei juurikaan huomaa ja typen kohdalla pitoisuuden pienentyminen on vähäistä. Orgaanisen aineen ja fosforin kohdalla käsittelemättömän jäteveden pitoisuuksien vaihtelu ei juurikaan vaikuta käsitellyn jäteveden pitoisuuksiin. Kuvioiden perusteella lietteen tyhjennys olisi vaikuttanut eniten typen pitoisuuksiin käsitellyssä jätevedessä. Tulos ei ole yllätys, sillä typenpoiston toiminta on herkkä muutoksille.



Kuvio 9. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet biologisen hapenkulutuksen osalta.



Kuvio 10. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaifosforin osalta.



Kuvio 11. Uponor 7, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaistypen osalta.

## 7.5 Talokaivo, Biosetti 5

Näytteiden kerääminen aloitettiin 28.10.2010. Näytteiden määrää vähennettiin kolmesta kerrasta kahteen kertaan viikossa. Tutkimusjakson aikana näytteitä otettiin käsittelemättömästä ja käsitellystä jätevedestä 13 kappaletta. Ylimääräisellä seurantajaksoilla käsitellystä otettiin vielä 10 kappaletta näytteitä eli yhteensä 23 kappaletta. Näytteiden laboratoriossa analysoidut tulokset on esitetty liitteessä 1.

### **Puhdistusteho**

Puhdistamolta ympäristöön johtuva talouskohtainen kuormitus ja puhdistusteho on koottu jokaiselta jakson näytteenottokerralta taulukkoon 9. Punaisella merkitty reduktio ei täytä nykyisen asetuksen vaatimuksia. Kohteen puhdistamon orgaanisen aineen ja typenpoisto on täyttänyt asetuksen vaatimukset koko seurantajakson ajan. Myös asetuksen tiukemmat vaatimukset täyttyvät näiden osalta koko ajalta. Fosforinpoiston huonot tulokset johtuivat saostuskemikaalin syöttöongelmista.

Käsitellyn veden laboriatorituloksista (liite 1) nähtiin, että laitteen fosforinpoisto ei toiminut kunnolla. Paikalle saatiin huoltomies 28.12. ja ongelmaksi todettiin kemikaalipumpun liian lyhyt syöttöaika, joka oli niin lyhyt, ettei kemikaalia ehtinyt virrata prosessiin asti ohjelmoidussa ajassa. Tämän lisäksi kemikaalinsyöttöputken pää oli mennyt tukkoon, koska se oltiin sijoitettu prosessisäiliöön veden pinnan alapuolelle. Vikojen korjaamisen jälkeen fosforia alkoi saostua prosessissa ja puhdistusteho parani. Fosforinpoisto täytti asetuksen vaatimukset viimeisimmillä näytteenottokerroilla.

Puhdistamo ei ilmoittanut kemikaalinsyöttöongelmasta vikailmoituksella. Häiriön olisi voinut todentaa seuraamalla kemikaaliastian pinnankorkeuden alenemista, jolloin olisi ennemmin tai myöhemmin huomattu, ettei kemikaalia päädy prosessiin ollenkaan. Myös Valonian näytteenotto seurannan tulokset kertovat fosforinpoisto-ongelmasta. Kiinteistön asukkaan mukaan puhdistamolle oli tarkoitus tulla huoltomies käymään puhdistamon asennuksen jälkeen, mutta käyntiä ei oltu tehty ja tästä syystä myös fosforinpoistopumppu oli jäänyt

tehdasasetukselle. Lisäksi kemikaaliputken väärä asennus vaikutti ongelman syntymiseen.

Taulukko 6. Talokaivo, Biosetti 5, talouskohtainen jätevesikuormitus, ympäristökuormitus ja puhdistusteho.

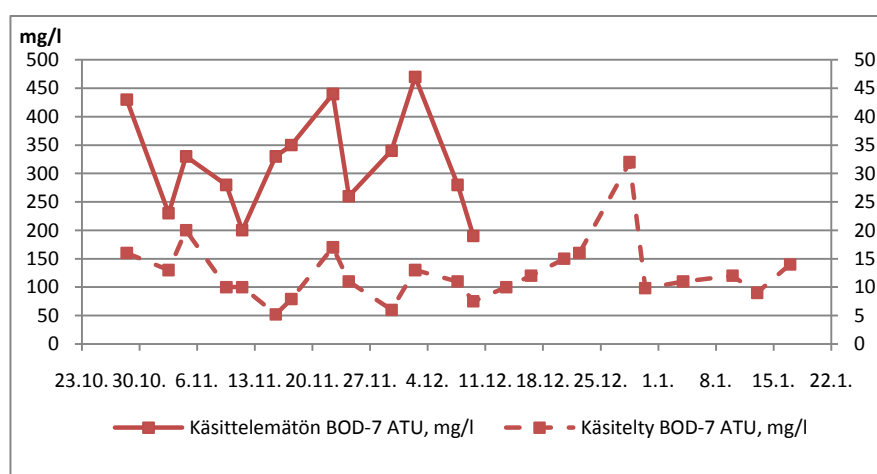
Pvm	Käsittelmätön BOD7 g/talous/d	Käsitelty BOD7 g/talous/d	Reduktio BOD7 %	Käsittelmätön Ptot g/talous/d	Käsitelty Ptot g/talous/d	Reduktio Ptot %	Käsittelmätön Ntot g/talous/d	Käsitelty Ntot g/talous/d	Reduktio Ntot %
28.10.10	100	4,0	96	4,4	3,3	26	28	10	64
2.11.10	100	3,3	97	4,4	3,0	32	28	11	61
4.11.10	100	5,0	95	4,4	3,3	26	28	10	66
9.11.10	100	2,5	98	4,4	3,0	32	28	12	59
11.11.10	100	2,5	98	4,4	3,3	26	28	13	54
15.11.10	100	1,3	99	4,4	2,8	38	28	14	51
17.11.10	100	2,0	98	4,4	2,8	38	28	13	55
22.11.10	100	4,3	96	4,4	3,3	26	28	12	56
24.11.10	100	2,8	97	4,4	2,8	38	28	11	60
29.11.10	100	1,5	99	4,4	2,8	38	28	9,3	67
2.12.10	100	3,3	97	4,4	2,8	38	28	11	61
7.12.10	100	2,8	97	4,4	2,8	38	28	13	54
9.12.10	100	1,9	98	4,4	2,5	43	28	13	55
13.12.10	100	2,5	98	4,4	2,8	38	28	12	56
16.12.10	100	3,0	97	4,4	2,8	38	28	10	63
20.12.10	100	3,8	96	4,4	2,8	38	28	13	54
22.12.10	100	4,0	96	4,4	2,8	38	28	12	58
28.12.10	100	8,0	92	4,4	3,3	26	28	14	52
30.12.10	100	2,5	98	4,4	2,5	43	28	11	60
4.1.11	100	2,8	97	4,4	1,5	67	28	14	52
10.1.11	100	3,0	97	4,4	1,0	78	28	14	52
13.1.11	100	2,3	98	4,4	0,7	84	28	13	55
17.1.11	100	3,5	97	4,4	0,6	86	28	14	49

Käsitellyn jäteveden tyyppi esiintyi tutkimusjakson alussa suurimmaksi osaksi nitraattimuodossa, mutta loppua kohden ammoniumin määrä lisääntyi ja ohitti nitraatin määrän. Myös pH-arvo kohosi loppua kohti, mikä voisi viitata nitrifikaation heikkenemiseen puhdistamolla sään kylmetessä. Näytteenottoakaivoon kertyvän veden pintaan muodostui jäätä kovilla pakkasilla, mikä saattoi aiheuttaa mahdollisen virhetekijän tuloksiin.

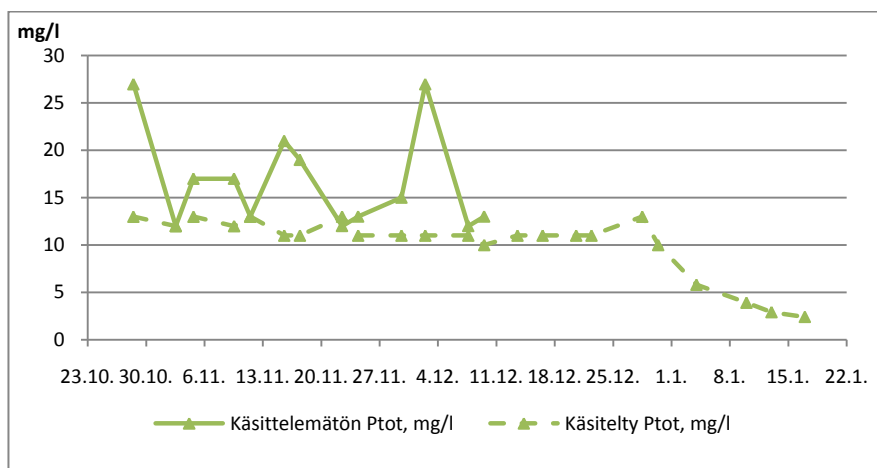


## Kuormituksen vaihtelu

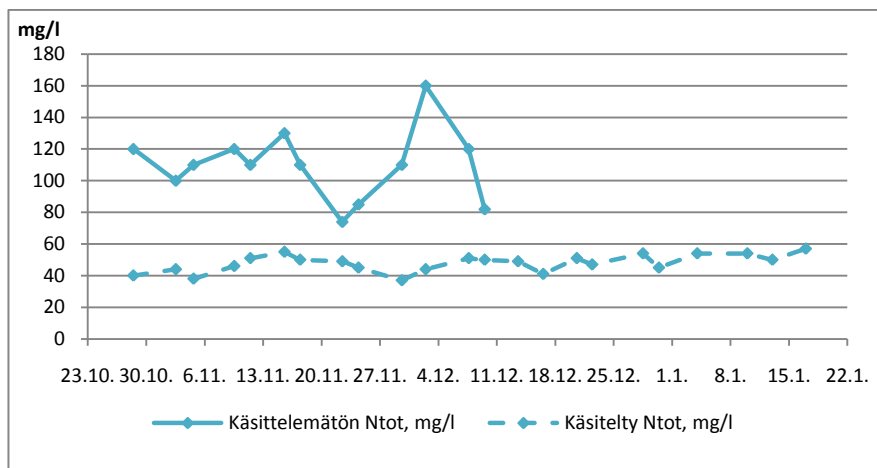
Kuvioissa 12–14 on esitetty käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuuksien tulokset. Orgaanisen aineen pitoisuuksien muutoksissa voidaan havaita samankaltaista nousua ja laskua. Fosforipitoisuuksiin käsitellyssä jätevedessä ei vaikuta käsittelemättömän jäteveden fosforipitoisuuksien vaihtelu. Suurin vaikutus on kemikaalin syötöllä, joka toimiessaan pienensi fosforipitoisuuksia lähtevästä jätevedestä. Myöskään typen pitoisuus ei vaihtelee käsitellyssä jätevedessä yhtä suuresti kuin käsittelemättömässä.



Kuvio 12. Talokaivo, Biosetti 5, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet biologisen hapenkulutuksen osalta.



Kuvio 13. Talokaivo, Biosetti 5, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaisfosforin osalta.



Kuvio 14. Talokaivo, Biogetti 5, käsittelemättömän ja käsitellyn jäteveden pitoisuudet kokonaistypen osalta.

Käsitlemättömän jäteveden mittausongelmia ilmeni muutamia seurantajakson aikana. 2.11. oli puhdistamon tulovesiputki tukkeutunut vessapaperista, mikä oli syynä sinä päivänä otetun näytteen alhaiseen kiintoainepitoisuuteen (liite 1). Keräysastian ja nostopumpun paikkaa korjattiin, jolloin ongelma saatiin poistettua. Näytteenotokerralla 11.11. nostopumpun vipa ei ollut toiminut, joten puhdistamolle johdettu vesi ei ollut päätenyt mitta-astiaan. Kovat pakkaset varsinaisen mittausjakson lopulla aiheuttivat mitta-astian jäätyneen. Veden jäätyminen oli alkanut 29.11. ja 2.12. lähes koko astian vesi oli jäätenyt niin, että astia piti sulattaa ja eristystä parantaa mahdollisuuksien mukaan. Mitta-astiassa vettä sekoittavan pumpun teho saattoi myös olla liian heikko, koska seurantajakson lopulla astian pohjalle oli kertynyt kiintoainetta.

## 7.6 Puhdistustulokset verrattuna muihin tutkimuksiin

Yhteenvenetona muissa tutkimuksissa saaduista tuloksista voidaan sanoa, että orgaanisen aineen poiston todettiin toimivan hyvin. Ongelmien todettiin koskevan eniten fosforin- ja typenpoistoa. Fosforinpoiston huonot tulokset johtuivat joko kemikaalinsyötön vääristä asetuksista tai käyttäjäperäisistä ongelmista. Suurin osa ongelmista olisi ollut korjattavissa helposti. Eniten epävarmuutta esiintyi typenpoistossa.

Tämän tutkimuksen perusteella saatiin selville samantapaisia ongelmia kuin aiemminkin. Orgaanisen aineen poisto toimi parhaiten kaikissa kohteissa. Fosforinpoistossa ongelmia oli kolmella puhdistamolla neljästä. Myös ongelmien syyt olivat osittain samoja kuin aiemmissa tutkimuksissa, kuten kemikaalin syöttöpumpun väärä asetus. Varsinaisia käyttäjäperäisiä ongelmia ei tässä yhteydessä esiintynyt, kuten kemikaalisäiliön täyttämisen laiminlyöntiä. Kun puhdistamoilla ei ollut häiriötä fosforinpoistossa silläkin osalla saavutettiin hyviä tuloksia.

Tutkimuksen kohteissa typenpoisto toimi pääasiassa hyvin, vaikka suurin osa kohteista oli vasta otettu käyttöön. Seurantajaksot tehtiin kesällä, jolloin typenpoiston pitäisikin toimia, joten avoimeksi jää, miten Suomen talviolosuhteet vaikuttaisivat typenpoistotehoon näissä kohteissa. Viimeisen kohteen perusteella nähtiin, että typenpoisto toimi hyvin vielä loppuvuodesta, mutta prosessissa tapahtui muutoksia nitraatti- ja ammoniumtypen suhteessa.

Aiempien tutkimusten perusteella on painotettu oikeaa puhdistamojen asennusta, käyttöä, säännöllistä seuranta ja huoltoa. Yksikään näistäkään kohteista ei toiminut ilman häiriöitä kuuden viikon seurantajaksoa. Varsinaisten toimintahäiriöiden lisäksi tässä tutkimuksessa päästiin todentamaan puhdistamoiden tuloksissa esiintynyttä luonnollista vaihtelua.

## 7.7 Käsitlemättömän veden laatu

Käsitlemättömän veden mittaamisen vaikeuden takia ei ole luotettavaa laskea puhdistustehoa käsitlemättömän veden näytteeseen verraten tässäkään yhteydessä. Käsitlemättömän veden mittaamisen virhetekijöitä tutkimuksessa todettiin olevan

- ensimmäisessä kohteessa mittajärjestelyn toteutus tulevan veden mittaamiseen
- viimeisessä kohteessa ongelmia tuotti pakkanen ja mitta-astian jäätyminen
- mitta-astian koko, jos siihen ei mahdu kerralla koko päivän vedenkulutus

- näytteenoton ajoittaminen maanantaista torstaihin virka-aikaan, jolloin näyte ei välttämättä edusta hyvin koko vuorokauden vedenkäyttötottumuksia.

Taulukkoon 10 on koottu yhteenvedoksi käsittelemättömän jäteveden näytteiden keskiarvon perusteella laskettu puhdistamolle tuleva kuormitus. Tulevan veden mittaamisessa ilmenneiden ongelmien takia tulos on kuitenkin vain suuntaa-antava eikä käsitellyn veden pitoisuuksia voida verrata suoraan asetuksen kuormituslukuihin.

Taulukko 7. Yhteenveto puhdistamoille tulevasta veden laadusta ja vedenkulutuksesta.

	BOD7 g/as/d	BOD7 g/talous/d	P <sub>tot</sub> g/as/d	P <sub>tot</sub> g/talous/d	N <sub>tot</sub> g/as/d	N <sub>tot</sub> g/talous/d	Veden- kulutus l/as/d	Veden- kulutus l/talous/d	As
<b>Asetus</b>	<b>50</b>		<b>2,2</b>		<b>14</b>		<b>150</b>		
<b>Raita Env.</b>	42	208	1,9	9,3	9,8	49	80	402	5
<b>PA2 multi</b>									
<b>Uponor 7</b>	48	192	2,4	9,6	11	45	120	479	4
<b>Biolan Trio</b>	24	119	1,2	6,0	7,5	37	74	372	5
<b>Biosetti 5</b>	36	73	1,9	3,8	13	25	115	229	2

Kiinteistöjen vedenkulutus asukasta kohden vaihteli 74 ja 120 litran välillä asukasta kohden, mikä tukee arviota haja-asutusalueilla arvioidun veden käytön määrästä. Vedenkulutuksella nähdään olevan merkitystä laskennalliseen puhdistamolle tulevaan kuormitukseen. Taulukosta 10 voidaan havaita se, että vedenkulutuksen ollessa vähäisempää asetuksen kuormitusluvuista jäädään reilummin. Vaikka suurin osa laskennallisesta kuormituksesta on asetuksen oletamaa kuormitusta pienempää, niin yhden kohteen fosforikuormitus on jopa asetuksen kuormituslukua suurempaa. Puhdistamoiden mitoitusyistä kuormitusluvut on luultavasti säädettykin hieman keskivertokuormitusta korkeammalle tasolle, samaten kuin mitoitusvedenkulutuksena käytetty 150 l/as/vrk. Näin puhdistamon voidaan olettaa selviytyvän myös normaalia suuremmasta kuormituksesta.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Seurantajaksoista saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että puhdistamoiden prosessit eivät toimi tasaisesti, vaan puhdistustulosten vaihtelut ovat normaalia biologis-kemiallisten pienpuhdistamoiden toiminnassa. Toimiessaan puhdistamot vähentävät merkittävästi ympäristöön johtuvaa kuormitusta kaikkien vaadittujen parametrien osalta ja biologisen toiminnan luonnollinen vaihtelu pysyy vaatimusten yläpuolella. Parhaimmillaan puhdistamot toimivat niin hyvin, ettei ole merkitystä asetetaanko puhdistusvaatimus normaalien vai ankarampien vaatimusten mukaisesti. Seurannan puhdistamoista yksi täytti asetuksen vaatimukset koko seurantajakson ajalta.

Toisaalta yksikään puhdistamoista ei toiminut koko seuranta-aikaa ilman jonkinasteista toimintahäiriötä. Suurin ongelma puhdistamoiden käyttäjien kannalta ovat häiriöt, joita ei normaalilla tarkkailulla pystytä todentamaan ja joista puhdistamo ei tee vikailmoitusta. Ongelma korostuu, mikäli puhdistamo ei toivu häiriöstä itsestään, vaan tarvitsisi huoltotoimenpiteitä ongelman poistamiseksi. Selkeät laiteviat, väärät asetukset ja asennuksessa syntyneet virheet voitiin todeta ja paikallistaa helpommin, ja ne olisivat tulleet ilmi tutkimuksesta huolimatta.

Näiden tietojen perusteella käyttäjän suorittaman tarkkailun tärkeyttä ei voi olla painottamatta liikaa. Jos tarkkailua ei tehdä säännöllisesti, voi helpostikin korjattava ongelma jäädä havaitsematta. Omatoiminen tarkkailu edellyttää kuitenkin sitä, että puhdistamon käyttäjä tuntee oman laitteensa toiminnan, jotta voi reagoida ongelmiin niiden ilmetessä. Säännöllisellä tarkkailulla ja huoltotoimenpiteillä puhdistamon toimintaa pystytään ylläpitämään asetusten edellyttämällä tasolla. Toimiessaan pienpuhdistamo voi olla hyvä valinta esimerkiksi kiinteistölle, joka sijaitsee ankarampia puhdistusvaatimuksia soveltavalla alueella. Tämän edellytyksenä tietysti on, että kiinteistölle valitaan oikeanlainen järjestelmä ja sitä käytetään suositusten mukaan.

Puhdistustehon arviointiin tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Tällä hetkellä keskitytään liikaa kuormituksen prosentuaaliseen vähenemiseen, eikä siihen, miten puhdistamolle tulevaa kuormitusta voitaisiin jo ennalta vähentää. Jos kiinteistöltä lähtevä kuormitus on pienempi, on myös helpompi päästä pienempään ympäristökuormitukseen. Asetuksen kuormitusluvut on säädetty sen takia, että kuormitusta voidaan vähentää jo ennen käsittelyjärjestelmää, eikä tällöin tarvita yhtä tiukkoja käsittelyvaatimuksia.

Seurantajakson kuluessa käsittelemättömän jäteveden mittaustekniikka saatiin toimimaan hyvin. Mahdollinen puhdistustuloksia vääristävä tekijä seurannassa saattaa olla käsittelemättömän veden johtaminen repijäpumpun läpi, jolloin jäteveden kiintoaine on hienontunut ennen sako-osaan johtamista normaalia pienemmäksi. Lopullisiin puhdistustuloksiin tällä tuskin oli kuitenkaan suurta vaikutusta, sillä suurimpaan osaan huonoja puhdistustuloksia oli mahdollista löytää selkeä syy. Jäteveden homogenisointi oli välttämätöntä edustavan näytteen saamiseksi käsittelemättömästä jätevedestä.

Mittaamisen liittyi silti epävarmuustekijöitä, joten käsittelemättömän jäteveden näytteistä saatuihin tuloksiin kannattaa suhtautua kriittisesti. Niistä kuitenkin nähdään selkeitä pitoisuuksien vaihteluja niin samalla kiinteistöllä kuin kiinteistöjen välilläkin. Näissä kohteissa käsittelemättömän veden laadulla ei niinkään ollut vaikutusta saavutettuihin puhdistustuloksiin, vaan ilmenneet ongelmat olivat lähinnä teknisiä, lukuun ottamatta yhtä kohdetta, jossa häiriön tarkkaa syytä ei saatu selvitettyä.

Tämä ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, että kiinteistön vedenkulutustottumuksilla on vaikutusta puhdistamon toimintaan. Näihin tottumuksiin liittyen on vielä monia avoimia kysymyksiä ja epätietoutta siitä, miten puhdistamot reagoivat käyttötottumusten muutoksiin. Jatkossa mielenkiintoinen tutkimuksen kohde olisikin todentaa puhdistamolla häiriö ja seurata, miten nopeasti puhdistamon toiminta palautuu siitä itsekseen tai aiheuttavatko ne huoltoa vaativia toimenpiteitä. Tällaisia häiriöitä saattaa syntyä esimerkiksi vedenkulutustottumuksien muutoksen, käyttökatkosten, normaalia suuremman kuormituksen tai asukkaan lääkokuurin takia.

Seuranta toteutettiin lähinnä lämpimään aikaan, joten pitkäaikaisempaa puhdistamoiden tarkkailua olisi syytä suorittaa myös talvella. Parhaiten tietoa puhdistamoiden toiminnasta saataisiin vieläkin pidemmällä seuranta-ajalla, jolloin olisi mahdollista selvittää vuodenaikojen, lietteentyhjennyksen ja muiden huoltotoimenpiteiden vaikutusta puhdistamon toimintaan. Lisäksi pitkällä tutkimusjaksolla saisi tietoa, kuinka yleisiä erilaiset toimintahäiriöt esimerkiksi yhden vuoden aikana ovat.

Yhdelläkin lähtevän veden näytteellä saadaan kuitenkin jotain tietoa puhdistamon toiminnasta, ja se onkin hyvä keino todentaa epäilty puhdistustehon lasku. Ongelmana kuitenkin on yksittäisen näytteen edustavuus, sillä se ei kuvaa koko totuutta puhdistamon toiminnasta. Tällä hetkellä puhdistamojen toiminnan valvonnan vastuu jää suurimmaksi osin puhdistamon omistajalle. Tämän perusteella voidaan esittää kysymys siitä, voiko puhdistamoiden seurannan ja huollon olettaa olevan tarpeeksi hyvällä tasolla vain vapaaehtoisuuden pohjalta.

Jätevesiasetuksen paremmaksi toimeenpanemiseksi ja haluttujen tavoitteiden saavuttamiseksi on tärkeintä saada oikeaa tietoa puhdistamon käyttäjille. Heidän avukseen täytyy saada tietoa erilaisten häiriöiden aiheuttajista ja niiden todentamisen mahdollisuuksista, sekä ennen kaikkea siitä, miten mahdolliset ongelmatilanteet voidaan välttää ennalta. Puhdistamoiden omistajille ja niiden hankintaa harkitseville täytyisi painottaa tarkkailun ja säännöllisen huollon tärkeyttä jo järjestelmän valintaa tehdessä. Näin käyttäjät saavat eniten vastinetta investoinnilleen, kun puhdistamot toimivat ja niitä myydään sellaisille käyttäjille, jotka ovat valmiita käyttämään puhdistamoaan kuten kuuluukin. Oikealla järjestelmällä ja oikein käytettynä mahdollisuudet jätevesiasetuksen vaatimukset täyttävään jätevedenpuhdistukseen on olemassa myös pienpuhdistamoilla.

## LÄHTEET

Biolan 2010. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje. Viitattu 27.9.2010  
[http://www.biolan.fi/image/ymparisto/kayttoohjeet/5775\\_kayttoohje\\_fi.pdf](http://www.biolan.fi/image/ymparisto/kayttoohjeet/5775_kayttoohje_fi.pdf).

Jätelaki 3.12.1993/1072.

Kemira 1991. Vedenkäsittelyn käsikirja. Helsinki.

Kujala-Räty, K. 2004. Kiinteistökohtaisen jätevedenpuhdistuksen toimivuus Hajasampo-projektissa. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Kujala-Räty, K.; Laaksonen, T.; Santala, E.; Vilpas, R. 2005. Haja-asutuksen ravinnekuormituksen vähentäminen – Ravinnesampo, Osa 1: Asumisjätevesien käsittely. Vammala: Suomen ympäristökeskus.

Kujala-Räty, K.; Mattila, H.; Santala, E. 2008. Haja-asutusalueiden vesihuolto. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu, Suomen ympäristökeskus.

Länsstyrelsen 2009. Tillsyn på minireningsverk inklusive mätning av function. Länsstyrelsen i Västra Götlands län.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Nummelin, M. 2006. AHA 21 –projektin loppuraportti, Varsinais-Suomen Agendatoimiston Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostaminen –projekti. Turku: Kaupunginkanslian painatuspalvelukeskus.

Raita Environment 2010. Esite PA kiinteistökohtaisista puhdistamoista. Viitattu 5.7.2010  
[http://www.raita.com/esite\\_PA2008.pdf](http://www.raita.com/esite_PA2008.pdf).

Rakennustieto 2006. RT 66-10873.

Sipilä, I.; Paavola, T.; Lehto, M.; Jauhiainen, P. 2010, Pienpuhdistamoiden 1. vertailujakso Pernajassa, Toteutus ja tulokset. TM Rakennusmaailma, 5E/10, 18–28.

Sipilä, I.; Paavola, T.; Lehto, M.; Jauhiainen, P. 2010, Pienpuhdistamovertailun kesäkauden tuloksia. TM Rakennusmaailma, 8/2010, 16–18.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2004. RIL 124-2 Vesihuolto II. Helsinki: Vammalan kirjapaino Oy.

Suomen ympäristökeskus 2010a. Jätevesikuormituksen vähentäminen. Viitattu 5.4.2011  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=18746&lan=fi>.

Suomen ympäristökeskus 2010b. Tiedotteet 2010, Lähiympäristö ja paikalliset asukkaat hyötyvät haja-asutuksen hyvästä jätevesien käsittelystä. Viitattu 5.4.2011  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=366608&lan=fi&clan=fi>.

Talokaivo Oy 2010. Käyttö- ja huolto-ohjeet, panospuhdistamo Biosetti. Viitattu 26.11.2010  
[http://www.talokaivo.fi/resources/documents/Biosetti\\_huolto-ohjeet.pdf](http://www.talokaivo.fi/resources/documents/Biosetti_huolto-ohjeet.pdf).

Uponor 2010. Uponor-panospuhdistamot 7, 10 ja 15 esite 2006. Viitattu 4.8.2010  
[http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Waste%20water%20treatment/Brochures/Panospuhdistamot\\_2006.ashx](http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Waste%20water%20treatment/Brochures/Panospuhdistamot_2006.ashx).

Uponor 2010. Uponor-panospuhdistamot 7, 10 ja 15 käsikirja 2007. Viitattu 4.8.2010  
[http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Waste%20water%20treatment/Installation%20manuals/Panospuhdistamon\\_ksimkirja.ashx](http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Waste%20water%20treatment/Installation%20manuals/Panospuhdistamon_ksimkirja.ashx).



Valonia 2011a. Näytteenotto seuranta Biolan pienpuhdistamot. Viitattu 22.3.2011  
<http://www.valonia.fi/public/default.aspx?nodeid=14338&culture=fi-FI&contentlan=1>.

Valonia 2011b. Näytteenotto seuranta Talokaivo pienpuhdistamot. Viitattu 22.3.2011  
<http://www.turku.fi/public/default.aspx?nodeid=16980&culture=fi-FI&contentlan=1>.

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 11.6.2003/542.

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 10.3.2011/209.

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.

Vesilaki 19.5.1961/264.

Weckström, H. 2010. Pienpuhdistamovertailun väliraportti. TM Rakennusmaailma, 8/2010, 13–15.

Weckström, H. 2010. Tavoitteena puhtaammat vedet. TM Rakennusmaailma, 5E/2010, 12–17.

Ympäristöministeriö 2009. Haja-asutusalueiden jätevesihuollon tehostamisen toimeenpano. Ympäristöhallinnon ohjeita 2, Helsinki: Edita Prima Oy. Saatavilla myös  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=107875&lan=fi>.

Ympäristöministeriön perustelumuistio 9.3.2011. Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Saatavilla myös  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=125588&lan=fi>.

Ympäristöministeriö 2011. Haja-asutuksen vesiensuojelu. Viitattu 5.4.2011  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=60188&lan=fi>.

Ympäristönsuojeluasetus 18.2.2000/169.

Ympäristönsuojelulaki 1.3.2000/86.

## Laboratoriossa analysoitujen näytteiden tulokset

Raita Environment Pa2multi, käsittelemätön jätevesi:

Pvm	pH	Kiinto- aine, mg/l	BOD-7 ATU, mg/l	Ntot, mg/l	NO3 N, mg/l	NH4 N, mg/l	Ptot, mg/l	PO4, mg/l
26.5.2010	7,4	240	600	150	0,1	120	26	20
31.5.2010	8,1	260	380	87	0,1	74	20	15
2.6.2010	8	240	420	120	0,1	100	23	23
7.6.2010	8,1	510	630	180	0,1	170	29	23
9.6.2010	7,9	840	910	200	0,1	170	34	25
10.6.2010	7,8	360	740	150	0,1	120	28	24
15.6.2010	8,2	260	320	73	0,1	67	19	13
16.6.2010	7,2	340	480	78	0,1	66	16	12
17.6.2010	7,6	190	320	75	0,1	62	13	8,4
21.6.2010	8,5	260	400	110	0,1	93	25	21

Raita Environment Pa2multi, käsitelty jätevesi:

Pvm	pH	Kiinto- aine, mg/l	BOD-7 ATU, mg/l	Ntot, mg/l	NO3 N, mg/l	NH4 N, mg/l	Ptot, mg/l	PO4, mg/l
26.5.2010	7,6	35	11	75	0,1	73	2,8	1,3
31.5.2010	7,4	26	10	40	1,1	34	1,8	0,3
2.6.2010	7,4	19	10	37	1,6	32	1,4	0,24
7.6.2010	7	56	18	48	2,5	38	3	1,2
9.6.2010	7,2	67	23	63	1,5	53	3,7	0,25
10.6.2010	7,2	56	18	63	1,4	55	3,2	2,3
15.6.2010	2,8	69	18	68	0,1	68	2,7	1,6
16.6.2010	2,6	96	33	75	0,1	68	11	9,8
22.7.2010	6,7	130	31	49	1,1	21	7	0,61

## Uponor 7, käsittelemätön jätevesi:

Pvm	pH	Kiinto- aine, mg/l	BOD-7 ATU, mg/l	Ntot, mg/l	NO3 N, mg/l	NH4 N, mg/l	Ptot, mg/l	PO4, mg/l
1.7.2010	8,7	380	400	120	0,1	97	20	12
5.7.2010	8,7	340	330	96	0,1	74	18	10
7.7.2010	8,6	200	260	89	0,1	76	15	7
8.7.2010	8,7	260	350	84	0,1	74	14	7,2
12.7.2010	8,5	320	300	92	0,1	78	16	7,3
15.7.2010	8,5	410	440	110	0,11	87	24	10
19.7.2010	8,5	260	510	98	0,1	84	15	9,4
20.7.2010	8,6	280	420	98	0,1	79	17	9,4
21.7.2010	8,0	170	310	73	0,1	58	13	6,7
26.7.2010	7,6	170	290	50	0,1	40	13	9,6
27.7.2010	7,5	230	360	57	0,1	47	15	11
2.8.2010	8,1	260	430	99	0,1	82	22	15
5.8.2010	8,2	190	350	102	0,1	92	23	17
6.8.2010	6,9	150	440	91	0,1	84	16	14
9.8.2010	8,6	270	310	97	0,1	85	24	15
10.8.2010	8,4	330	490	130	0,1	110	24	12
11.8.2010	8,4	340	330	98	0,1	82	19	9,2
16.8.2010	7,7	430	430	88	0,1	74	33	16
17.8.2010	7,6	540	500	100	0,1	74	36	16
18.8.2010	7,9	330	730	120	0,1	100	25	14

## Uponor 7, käsitelty jätevesi:

Pvm	pH	Kiinto- aine, mg/l	BOD-7 ATU, mg/l	Ntot, mg/l	NO3 N, mg/l	NH4 N, mg/l	Ptot, mg/l	PO4, mg/l
1.7.2010	7,5	90	12	56	0,1	50	1,3	1,1
5.7.2010	7,6	25	29	64	0,1	57	2,4	1,8
7.7.2010	7,7	10	8,7	55	0,1	55	1,7	1,3
8.7.2010	7,8	10	10	60	0,1	54	1,9	1,5
12.7.2010	7,7	15	18	52	0,1	49	1,6	1,1
14.7.2010	7,7	16	18	55	0,1	51	2,6	1,9
14.7.2010	7,6	21	15	56	0,1	52	2,5	1,6
15.7.2010	7,6	17	17	55	0,1	54	2,5	1,9
19.7.2010	7,7	28	17	59	0,1	57	2,9	2
20.7.2010	7,7	50	52	71	0,1	65	4,1	2,8
21.7.2010	7,7	28	56	76	0,1	67	5,2	3,1
26.7.2010	7,7	25	57	73	0,1	63	5,9	3,6
27.7.2010	7,6	22	110	74	0,1	63	5,2	3,3
29.7.2010	7,7	33	120	84	0,1	71	5,4	2,9
2.8.2010	7,6	30	100	76	0,1	68	6,7	4,3
5.8.2010	7,7	53	130	83	0,1	70	10	7,6
6.8.2010	7,5	27	230	84	0,1	75	11	9
9.8.2010	7,6	52	130	79	0,1	69	10	8
10.8.2010	7,7	75	110	73	0,1	66	11	7,8
11.8.2010	7,7	60	120	80	0,1	66	11	7,8
16.8.2010	7,7	41	54	71	0,1	67	7,1	5
17.8.2010	7,7	40	54	66	0,1	65	7,5	5,5
18.8.2010	7,7	44	59	70	0,1	66	8,5	8,3

## Biolan Trio, käsittelemätön jätevesi:

Pvm	pH	Kiinto- aine, mg/l	BOD-7 ATU, mg/l	Ntot, mg/l	NO3 N, mg/l	NH4 N, mg/l	Ptot, mg/l	PO4, mg/l
24.8.2010	8,5	420	300	100	0,1	88	16	12
25.8.2010	8,5	240	270	79	0,1	78	38	9,8
30.8.2010	7,6	210	310	76	0,1	63	15	10
31.8.2010	8	190	310	106	0,1	98	19	11
1.9.2010	7,5	190	300	79	0,1	66	15	8,8
6.9.2010	8,1	280	340	110	0,1	101	20	12
8.9.2010	7,4	190	350	88	0,1	78	14	8,8
9.9.2010	7,5	170	270	94	0,1	86	15	8,6
13.9.2010	7,7	250	380	120	0,1	110	19	9,1
14.9.2010	7,6	270	410	120	0,1	110	17	8,9
20.9.2010	7,7	460	330	87	0,1	72	11	5
22.9.2010	7,6	250	300	95	0,1	84	12	6,3
23.9.2010	7,8	170	240	99	0,1	89	11	6,5
27.9.2010	8,1	210	310	110	0,1	94	13	7,8
29.9.2010	7,1	220	470	120	0,12	97	14	7,9
30.9.2010	7,8	200	340	130	0,1	120	16	7,8
4.10.2010	8,1	160	240	100	0,1	93	10	5,1

## Biolan Trio, käsitelty jätevesi:

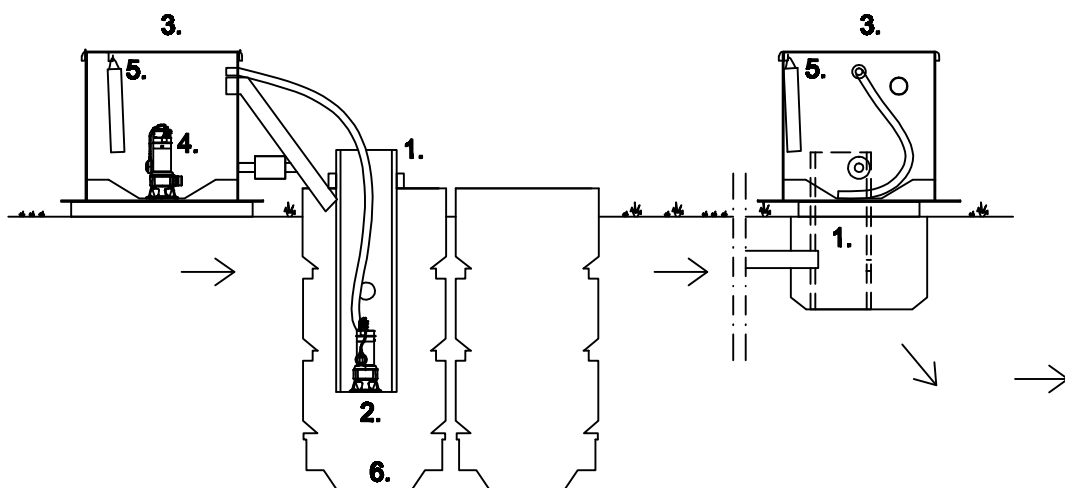
Pvm	pH	Kiinto- aine, mg/l	BOD-7 ATU, mg/l	Ntot, mg/l	NO3 N, mg/l	NH4 N, mg/l	Ptot, mg/l	PO4, mg/l
18.8.2010	6,3	8,5	4	33	19	11	0,13	0,046
24.8.2010	4,9	18	3	60	39	21	1	0,051
25.8.2010	4,7	6,8	3	58	39	19	0,3	0,15
30.8.2010	4,6	20	3,3	62	44	23	1,8	0,12
31.8.2010	4,7	18	3	64	41	24	1,5	0,12
1.9.2010	4,4	12	3	57	40	17	0,95	0,41
6.9.2010	4,3	14	3	59	44	16	2,8	0,57
8.9.2010	4,3	13	3	61	45	16	2,5	0,56
9.9.2010	4,2	17	3	63	47	16	2,6	0,95
13.9.2010	4,5	18	3	74	48	24	2,4	0,14
14.9.2010	4,4	15	3	74	51	23	2,4	0,21
20.9.2010	6,6	7	3,4	71	32	35	0,4	0,073
22.9.2010	6,5	14	3	69	34	30	0,48	0,02
23.9.2010	6,2	9,2	3	64	38	26	0,36	0,02
27.9.2010	4,5	8,6	3	71	57	14	0,98	0,37
29.9.2010	4,6	8,5	3	67	50	14	1,3	0,23
30.9.2010	4,6	10	3	66	51	15	1,4	0,22
4.10.2010	4,7	35	3	81	57	23	3,2	0,048

## Talokaivo, Biosetti 5, käsittelemätön jätevesi:

Pvm	pH	Kiinto- aine, mg/l	BOD-7 ATU, mg/l	Ntot, mg/l	NO3 N, mg/l	NH4 N, mg/l	Ptot, mg/l	PO4, mg/l
28.10.2010	8,6	330	430	120	0,1	60	27	17
2.11.2010	8,8	130	230	100	0,1	83	12	8,4
4.11.2010	8,6	200	330	110	0,1	82	17	11
9.11.2010	8,8	200	280	120	0,1	93	17	12
11.11.2010	8,9	150	200	110	0,1	92	13	9,7
15.11.2010	8,9	310	330	130	0,1	92	21	11
17.11.2010	8,5	540	350	110	0,1	88	19	12
22.11.2010	8,6	180	440	74	0,1	51	12	7
24.11.2010	8,7	230	260	85	0,1	64	13	10
29.11.2010	8,7	220	340	110	0,54	70	15	9,8
2.12.2010	8,8	580	470	160	0,45	120	27	14
7.12.2010	8,3	120	280	120	0,1	44	12	9,5
9.12.2010	8,6	200	190	82	0,1	64	13	10

## Talokaivo, Biosetti 5, käsitelty jätevesi:

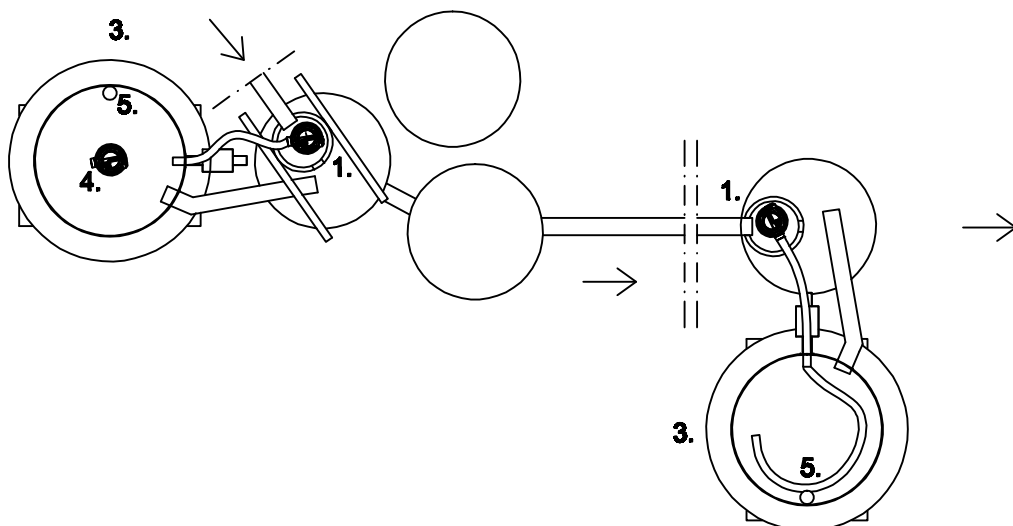
Pvm	pH	Kiinto- aine, mg/l	BOD-7 ATU, mg/l	Ntot, mg/l	NO3 N, mg/l	NH4 N, mg/l	Ptot, mg/l	PO4, mg/l
28.10.2010	4,9	17	16	40	35	3,2	13	13
2.11.2010	5,5	9,3	13	44	35	6,7	12	11
4.11.2010	5,4	17	20	38	33	4,3	13	11
9.11.2010	5,4	7,3	10	46	37	7,7	12	12
11.11.2010	5,4	32	10	51	39	10	13	11
15.11.2010	6,5	5,7	5,2	55	33	18	11	10
17.11.2010	6,3	13	7,9	50	32	15	11	10
22.11.2010	6,9	25	17	49	24	18	13	10
24.11.2010	6,6	10	11	45	24	13	11	10
29.11.2010	6,7	20	6	37	20	14	11	9,7
2.12.2010	6,9	13	13	44	20	18	11	10
7.12.2010	7,2	10	11	51	2	29	11	9,8
9.12.2010	7,2	4,6	7,5	50	8,7	27	10	9,8
13.12.2010	6,9	6,4	10	49	8,7	26	11	10
16.12.2010	6,9	12	12	41	9,8	27	11	11
20.12.2010	6,9	7,7	15	51	7,5	28	11	11
22.12.2010	7	12	16	47	6	28	11	10
28.12.2010	7	44	32	54	4,6	34	13	12
30.12.2010	6,9	6,5	9,8	45	2,7	29	10	9,9
4.1.2011	6,9	17	11	54	3,4	30	5,8	4,6
10.1.2011	6,7	7	12	54	2,5	29	3,9	3,2
13.1.2011	6,5	2	9	50	2,9	25	2,9	2,9
17.1.2011	6,5	7	14	57	3,4	26	2,4	2,1



Esikäsittelysäiliö

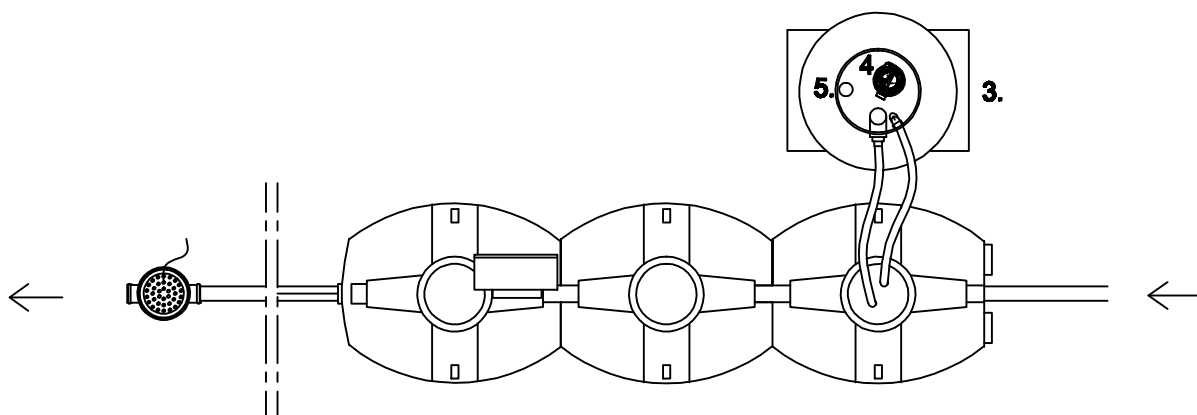
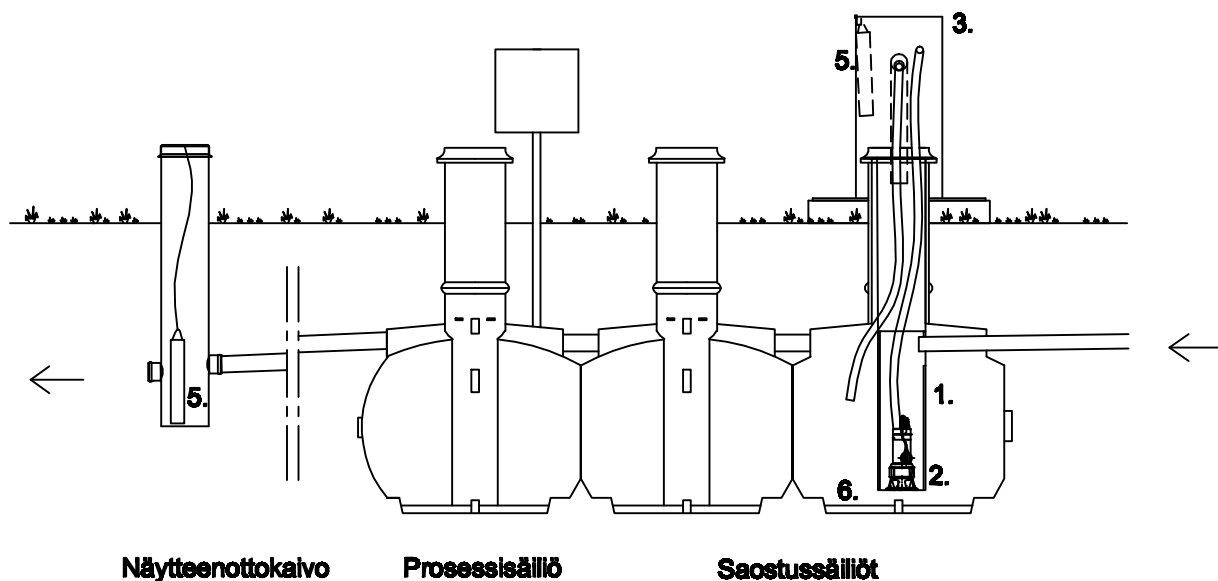
Prosessisäiliö

Suodatinkenttä



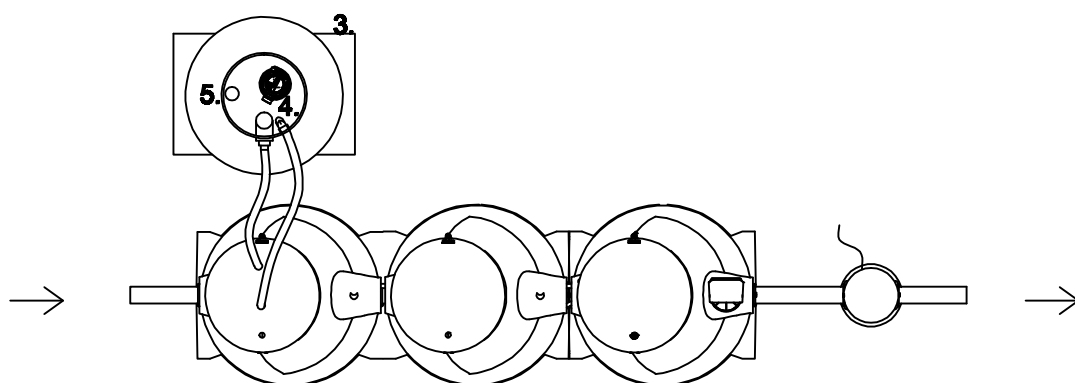
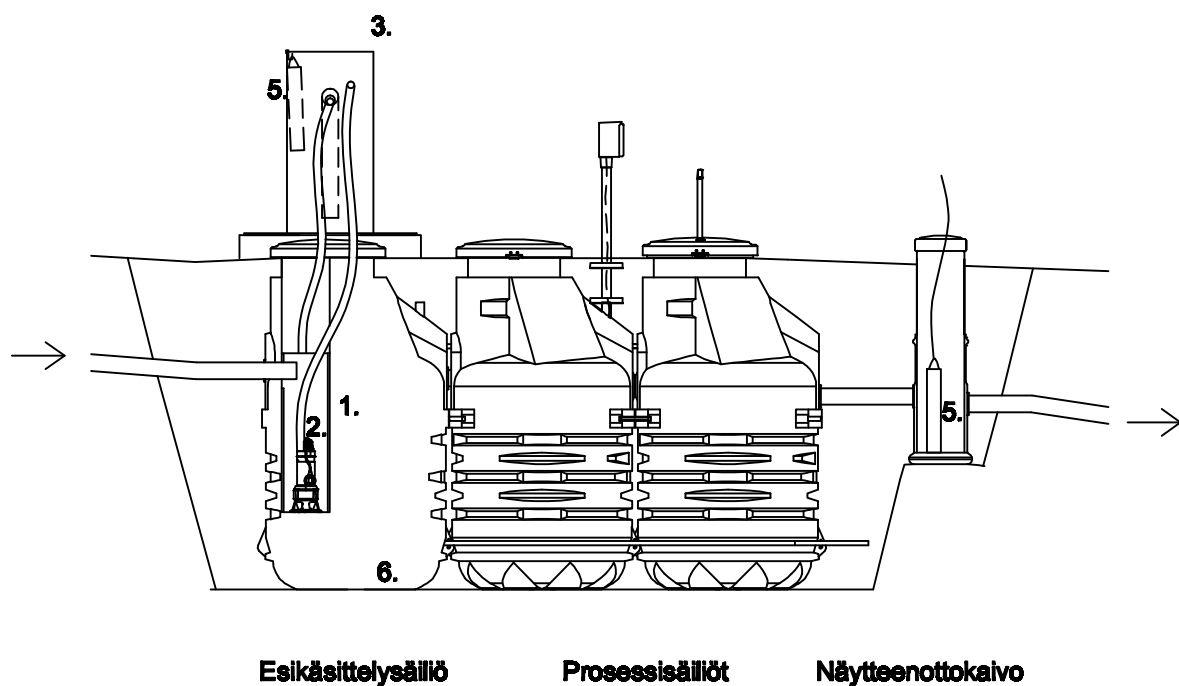
1. Keräysastia
2. Veden nostava repijäpumppu
3. Mitta-astia
4. Sekoituspumppu
5. Jatkuvatoiminen mittalaite, YSI 6600
6. Pinnankorkeusanturi, Keller

K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Rakennuslupa N:o
Rakennustoimenpide	JÄTEVESIJÄRJESTELMÄN SEURANTA	Piirustuslaji	Juoks.n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite	RAITA ENVIRONMENT PA2MULTI, AURA	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
Piirtäjä	Maiju Hannuksela	Suunnitteluala, työn numero ja piirustus n:o	Muutos
		LVI	



- 1. Keräysastia
- 2. Veden nostava repijäpumppu
- 3. Mitta-astia
- 4. Sekoituspumppu
- 5. Jatkuvatoinen mittalaite, YSI 6600
- 6. Pinnankorkeusanturi, Keller

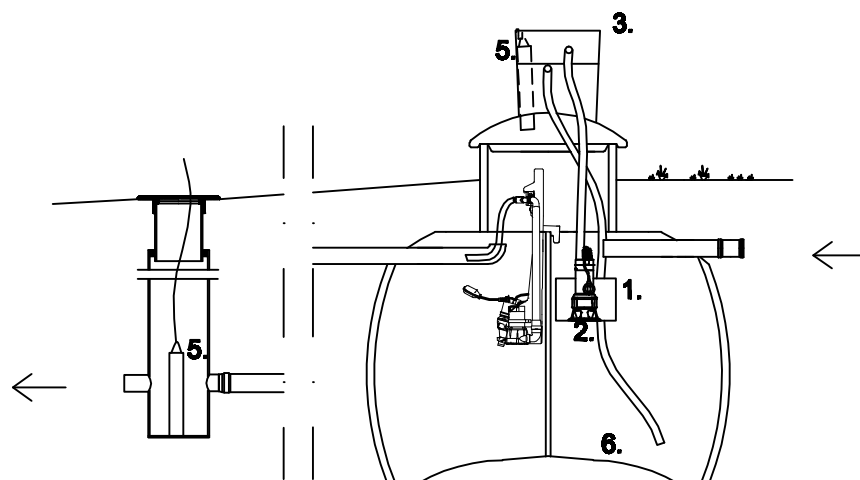
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Rakennuslupa N:o	
Rakennustoimenpide JÄTEVESIJÄRJESTELMÄN SEURANTA			Piirustuslaji LVI-PIIRUSTUS	Juoks.n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite UPONOR 7, RYMÄTTYLÄ			Piirustuksen sisältö MITTAUSPERIAATE	Mittakaavat 1:50
Piirtäjä Maiju Hannuksela			Suunnittelualue, työn numero ja piirustus n:o LVI	Muutos



- 1. Keräysastia**
- 2. Veden nostava repijäpumppu**
- 3. Mitta-astia**
- 4. Sekoituspumppu**
- 5. Jatkuvatoinen mittalaite, YSI 6600**
- 6. Pinnankorkeusanturi, Keller**

K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Rakennuslupa N:o
Rakennustoimenpide JÄTEVESIJÄRJESTELMÄN SEURANTA			Piirustuslaji LVI-PIIRUSTUS
Rakennuskohteen nimi ja osoite BIOLAN TRIO, MASKU			Juoks.n:o Mittakaavat 1:50
Piirtäjä Maiju Hannuksela			Suunnitteluala, työn numero ja piirustus n:o LVI
			Muutos

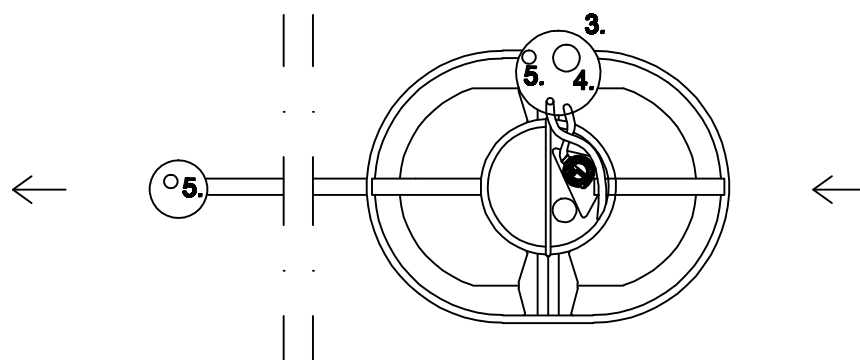




Näytteenottoaivo

Prosessiosasto

Esikäsittelyosasto



- 1. Keräysastia
- 2. Veden nostava repijäpumppu
- 3. Mitta-astia
- 4. Sekoituspumppu
- 5. Jatkuvatolminen mittalaite, YSI 6600
- 6. Pinnankorkeusanturi, Keller

K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Rakennuslupa N:o
Rakennustoimenpide	JÄTEVESIJÄRJESTELMÄN SEURANTA		Piirustuslaji Juoks.n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite	BIOSETTI 5, PÖYTYÄ		Piirustuksen sisältö Mittakaavat
Piirtäjä	Maiju Hannuksela		Suunnitteluala, työn numero ja piirustus n:o Muutos
			LVI